



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E RISCO COMO
SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO: MUNICÍPIO DE
PIRAMBU (SE).**

Adriano Ezequiel Silva

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jorge Vasconcellos Garcia

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias

São Cristóvão-SE
2016

Adriano Ezequiel Silva

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E RISCO COMO SUBSÍDIO AO
PLANEJAMENTO URBANO: MUNICÍPIO DE PIRAMBU (SE).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jorge Vasconcellos
Garcia

São Cristóvão–SE
2016

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E RISCO COMO
SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO: MUNICÍPIO DE
PIRAMBU (SE).**

Por:

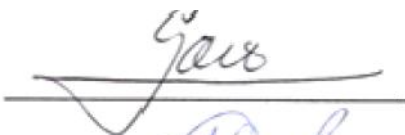

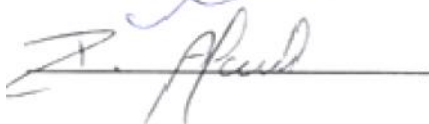
Adriano Ezequiel Silva
(Arquiteto & Urbanista, Universidade Tiradentes – 2003)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de:

MESTRE EM GEOCIÊNCIAS

BANCA EXAMINADORA:

	Dr. Antônio Jorge Vasconcellos Garcia [Orientador – UFS]
	Dra. Ana Maria de Souza Martins Farias [Membro Externo – UFS]
	Dr. José Antônio Pacheco de Almeida [Membro Interno – UFS]

Data Defesa: 16/03/2016

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586a Silva, Adriano Ezequiel
Análise da vulnerabilidade e risco como subsídio ao planejamento urbano :
município de Pirambu (SE) / Adriano Ezequiel Silva ; orientador Antônio
Jorge Vasconcellos Garcia. – São Cristóvão, 2016.
204 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geociências e Análise de Bacias) – Universidade
Federal de Sergipe, 2016.

1. Costa – Pirambu (SE). 2. Geologia ambiental. 3. Geomorfologia ambiental.
4. Impacto ambiental – Avaliação. 5. Planejamento urbano – Avaliação de riscos.
I. Garcia, Antônio Jorge Vasconcellos. II. Título.

CDU 551.4.038(813.7)

AGRADECIMENTOS

Talvez não existam palavras suficientes e significativas que me permitam agradecer a todos que contribuíram para realização desse sonho, mas tentarei me expressar apesar da limitação delas.

Em primeiro lugar agradeço a Deus, **Arquiteto do Universo**, por ter me guiado desde o início em minhas escolhas, principalmente, durante essa jornada.

"Non nobis, Domine, non nobis, sed nomini tuo da gloriam!"

A minha família, meus pais **Julio Ezequiel Santos Filho** e **Maria Aparecida da Silva Santos** espelhos para minha vida. Obrigado pela dedicação e por sempre acreditarem em mim!

A minha esposa amada **Sileny** e ao meu príncipe **Matheus**, razão de minha existência. Por todo incentivo e equilíbrio depositado e, sobretudo pela compreensão das ausências, sempre necessárias, naqueles momentos que seriam destinados ao nosso convívio. E a minha sogra **Uiara** pelo apoio e dedicação incondicional a meu filho.

A meu grande amigo **Muriel Figueiredo**, presente desde o início dessa jornada, ainda nos créditos, obrigado por toda sua dedicação e companheirismo. Man, você foi de fundamental importância para essa conquista, sempre me incentivando ***"Seja Forte, vai passar"***. Valeu!!!

Aos meus grandes amigos, construídos nessa caminhada: **Márcio Vinícius**, pela paciência e disponibilidade, mas principalmente por ter me cedido sua sala no Laboratório e a partir daí todo seu tempo disponível e indisponível também. A **Mariana Rocha** pela ajuda nos assuntos cartográficos e aplicações em SIG's, obrigado por sua generosidade e dedicação.

A meu orientador, **Prof. Dr. Antônio Jorge V. Garcia** por ter acreditado no meu potencial mesmo sendo de formação adversa ao Programa do Curso de Mestrado. E a todos do Progeologia/UFS, em especial a Dani, Karen, Ellen, Miriam e Luiz Mário.

A meus colegas e alunos do IFS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, em especial a **Profª. Msc. Andreza Menezes**.

Enfim, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram e acreditaram na concretização de mais esta etapa da minha vida acadêmica.

Muito Obrigado!

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que renunciar para conseguir.”

Dalai Lama

“A vida tem mais imaginação do que há em nossos sonhos.”

Cristóvão Colombo.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	22
2. OBJETIVOS.....	24
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
3.1 Urbanismo Sustentável em Ambientes Litorâneos	25
3.2 Mapeamento geoambiental	39
3.3 Zonas de risco - zoneamento geoambiental.....	46
3.4 Geologia e Geomorfologia do Litoral Norte de Sergipe	68
3.4.1 Evolução do Quaternário Costeiro de Sergipe	71
3.5. Evolução da ocupação no litoral norte de Sergipe	76
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	81
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	87
5.1 Localização e acessos	87
5.2 Aspectos climáticos, oceanográficos e hidrológicos	88
5.3 Condicionantes Geoambientais	91
5.3.1 Características Geológicas / Geomorfológicas	92
5.3.1.1 Geossistema Tabuleiros Costeiros.....	93
5.3.1.2 Geossistema Planície Litorânea	97
5.3.2 Características Pedológicas	107
5.3.3 Características Biogeográficas	114
5.4 Uso e cobertura do solo	119
6. DISCUSSÕES E RESULTADOS	133
6.1 Análise das Áreas Vulneráveis e Situações de Perigo.....	133
6.1.1 Análise da Vulnerabilidade Ambiental.....	133
6.1.2 Análises de situações de Perigo	142
6.1.3 Análises de situações de risco humano	148

6.2 Proposta de Uso e Ocupação Urbana	149
6.2.1 Integração de Dados	149
6.2.2 Incursões de Campo.....	149
6.2.3 Definição das Áreas com Potencial Urbano para o Planejamento Urbano Sustentável.....	168
6.2.4 - Proposta de método para urbanização de restingas.....	171
7. CONCLUSÃO	173
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
ANEXO 1 - TABELA DE PONTOS DE CAMPO	189
ANEXO 2 - MAPAS	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Número de habitantes por classe de tamanho da população. (IBGE/Censo 2010).....	27
Figura 2 - Mapa de evolução das cidades com mais de 20.000 habitantes de 1970 a 2010. (IBGE/Censo 2010)	28
Figura 3 - Foto da localidade de Riviera de São Lourenço em Bertioga/ SP, urbanização diferenciada para consumidores de alto poder aquisitivo. Fonte: Silvio Macedo / MMA. Projeto Orla.....	30
Figura 4 - Condomínio no litoral paulista, similar a muitos pelo país. Fonte: Roberto Sakamoto / MMA. Projeto Orla.....	31
Figura 5 - Mapa do Brasil com a delimitação da Zona Costeira do Brasil. Fonte: MMA/Projeto Orla (2006) modificado por Souza (2009).	34
Figura 6 - Delimitação da Orla Marítima (Decreto Federal nº 5.300 de 2004). Fonte: MMA/Projeto Orla (2006) modificado por Souza (2009).....	37
Figura 7 - Domínio e Subdomínios Geoambientais (Theodorovicz (1994) apud Silva e Dantas, 2010).	44
Figura 8 - Ocupação urbana em áreas de inundação (Oliveira 2010 apud Murck, Skinner e Porter, 1995).....	50
Figura 9 - Zoneamento de áreas inundáveis (Tucci, 2009).	51
Figura 10 - Sugestão de ocupação compatível com o zoneamento de áreas inundáveis	51
Figura 11 - Tipos principais de movimentos de massa. /Fonte: Gerscovicch (2012).....	55
Figura 12 - Escorregamento ocorrido em Barro Branco-BA (2015). Fonte: (A) Edilson Lima e (B) Marcos A. Martins / Ag. A Tarde - UOL.....	56
Figura 13– Deslizamento (Corrida de Massa) / Angra dos Reis – Enseada do Bananal (2010). Fonte: (A) Fonte: Skinner & Porter (2003), (B) Portal G1 / Rio de Janeiro, (C), (D) e (E) Portal R7.....	57
Figura 14 - (A) Queda de Blocos (B) Queda de Blocos em Angra dos Reis (2010). Fonte: (A) unesp.br (B) Roosevelt Pinheiros	58
Figura 15 - Balanço Sedimentar praias. Fonte: Souza (2009a).....	59

Figura 16 - (A) Orla de Pirambu – Av. Oceânica, (B) Edificação destruída. Fonte: Jorge Henrique (2013) / Milton Júnior (2013).....	60
Figura 17 - Sistema Praial (praia.log.furg.br/praiia-duna).....	61
Figura 18 - Classificação de praias (A) Porto da Barra – BA (Refletivas), (B) Litoral de AL (Dissipativas) e (C) Litoral de PE (Intermediarias). Fonte: Dominguez (2009).....	61
Figura 19 - (A) Figura esquemática sulco ou ravinas, (B) Ravinas Formação Barreiras Bairro Santa Maria (2003), (C) e (D) Voçoroca associadas a processos de ocupação urbana. Fonte: (A) Teixeira (2009) / (B) Nascimento (2003) / (C) Khon (2012) / (D) Santos (2010).....	64
Figura 20 - (A) Desestabilização de encosta por retirada da vegetação, (B) Taludes sem vegetação e (C) Taludes revestido com vegetação. Fonte: (A) Pires (2012), (B) e (C) Martins (2014).	65
Figura 21 - (A) Habitações em altura e inclinação excessiva, (B) Habitações irregulares – morro do Canta Galo-RJ (2012). Fonte: (A) Pires (2012) e (B) Martins (2014).	66
Figura 22 - A: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo da Transgressão mais Antiga). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	72
Figura 23- B: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Leques Aluviais Pleistocênicos). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	73
Figura 24 - C: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo de Penúltima Transgressão). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	73
Figura 25 - D: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Planície Costeira Pleistocênica). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	74
Figura 26- E: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo da Última Transgressão). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	75

Figura 27 - F: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Planície Costeira Holocênica Atual). Fonte: Adaptado de Bittencourt <i>et al</i> /(1983).	75
Figura 28 - Delimitação do Litoral Sergipano. Fonte: Adriano Silva (2015).....	78
Figura 29 - Classes de Vulnerabilidade Fonte: Crepani <i>et al</i> /(2001).....	85
Figura 30 – Mapa de localização do município de Pirambu.	87
Figura 31– (a) Mapa de localização do município(B) Ponte Barra - Pirambu (c) Ponte Aracaju–Barra / Fonte: Adriano Ezequiel Silva.....	88
Figura 32- Gráfico A – Gráfico de temperatura do município de Pirambu - SE. / pt.climate-data.org.Gráfico B – Gráfico climático do município de Pirambu - SE. / pt.climate-data.org.....	89
Figura 33– Mapa da bacia do rio Japaratuba/ SEPLANTEC (2004).....	90
Figura 34 – Relevo e Declividade do rio Japaratuba / CPRM (2013)	91
Figura 35 - Dunas continentais (ponto 08 & 17). Fonte:acervo do autor	96
Figura 36 - Superfície Tabular – Lagoa do Sangradouro (ponto 33). Fonte: acervo do autor.....	97
Figura 37 - Terraços marinhos pleistocênicos com plantio de coco-da-baía (<i>Cocus Nucifera</i>), próximo à Lagoa Catu - Planície Costeira. Pirambu/SE. Fonte: (Alves, 2010)	99
Figura 38 - Cordões Litorâneos sob terraços marinhos (ponto 07). Fonte: acervo do autor	100
Figura 39 – Perfil geotopográfico representativo das dunas de Pirambu nas proximidades com o município de Pacatuba / Oliveira & Souza (2008).	101
Figura 40 - Dunas Litorâneas – Projeto TAMAR. Fonte:acervo do autor.....	102
Figura 41 - Dunas invadindo a Av. Litorânea de Pirambu. Fonte: acervo do autor	103
Figura 42 - Sedimentos Flúvio-Lagunares - Lagoa do Sangradouro (ponto 33). Fonte: acervo do autor	104
Figura 43 - Sedimentos Flúvio-Lagunares - Lagoa Redonda (ponto 30). Fonte: acervo do autor.....	104
Figura 44 - Visão panorâmica da planície flúvio-lagunar do rio Japaratuba, tomada a partir do bordo tabuleiro do povoado Marimbondo, importante área agrícola - cultivos diversos. Pirambu/SE. Fonte: (Alves, 2010).....	105

Figura 45 - (a) Cocoicultura as margens da Lagoa (ponto 33) & (b) Lagoa Encantada no período Seco (ponto 36). Fonte: acervo do autor	105
Figura 46 - Planície Flúvio-marinha do rio Japarutuba (ponto 01). Fonte: acervo do autor	107
Figura 47 - (a) Processo de pedogênese em afloramento (ponto 10) da Formação Barreiras (arenito conglomerático) na área de estudo (b) pedogênese em área de restinga no afloramento do Ponto 15 (Neossolos Quartzarênicos). Fonte: acervo do autor.	108
Figura 48 - A -Argissolo Vermelho-amarelo (PVA) & B - Paisagem de ocorrência do PVA. Fonte: Embrapa.....	110
Figura 49 - A - Argissolo Amarelo / B - Ambiente de ocorrência do Argissolo Amarelo. Fonte: Embrapa.	110
Figura 50 - Ambiente de ocorrência de Neossolo Quartzarênico e vegetação de restinga. (Ponto: 17). Fonte: acervo do autor	111
Figura 51 - A- Espodossolo Ferrihumilúvico Órtico típico./ B- Paisagem, cobertura vegetal e relevo da classe dos Espodossolos - paisagem típica de restinga. Fonte: Embrapa.	112
Figura 52 - Ambiente de ocorrência de Gleissolos associado à vegetação campo limpo (ponto 7). Fonte: acervo do autor	112
Figura 53 - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas com introdução de cocoicultura, exótica a paisagem natural (Proximidade com o ponto 33). Fonte: acervo do autor	115
Figura 54 - Vegetação de restinga – Projeto TAMAR. Fonte: acervo do autor	117
Figura 55 - Perfil Esquemático da Restinga. Fonte: zonacosteira.bio.ufba.br/	117
Figura 56 - Vegetação com influência Flúvio-marinha – Manguezal (Ponto 01). Fonte: acervo do autor.	119
Figura 57 - Tanques- Viveiros de piscicultura no Sítio Verde - Povoado Baixa Grande - Pirambu /SE. / Valenzuela (2012).....	120
Figura 58 - Tanques-redes em Lagoa do Sangradouro - Ascom/Emdagro (Antônio Carlos de Almeida).....	121
Figura 59 - Campo de Tartaruga - BR. Fonte: acervo do autor	122
Figura 60 - Extração de argila – Licenciada (Ponto 11). Fonte: acervo do autor	123

Figura 61 - Vista aérea do Povoado Alagamar & Assentamento São Sebastião. Fonte: Retirado Google Earth pro (2016)	124
Figura 62 - Assentamento São Sebastião - Pov. Alagamar (ponto 45). Fonte: acervo do autor.....	124
Figura 63 - Localização da Reserva Biológica de Santa Isabel, SE/ICMBio 2010.	126
Figura 64 - Base da REBio / Projeto TAMAR e Reserva em destaque. Fonte: acervo do autor.....	127
Figura 65 - Localização das APA's em Sergipe. Fonte: Silva & Souza, 2013 apud Secretaria de Recursos Hídricos de Sergipe (2011).	128
Figura 66 - Vista aérea da RPPN Dona Benta e seu Caboclo. Fonte: ICMBio/MMA, 2015. Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.....	128
Figura 67 - Vista aérea da RPPN Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia. Fonte: ICMBio/MMA, 2015. Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.....	129
Figura 68- (a) Momento da colocação da placa da SPU no terreno (b) Momento da retirada da publicidade (c) portfólio publicitário. Fonte: Portal Infonet.	130
Figura 69 - Projeto Tamar / Adriano Silva	131
Figura 70 - Modelo digital de elevação com demarcações nas áreas alagáveis.	143
Figura 71 - Enchente (águas pluviais) nas ruas Antônio Torres e Castelo Branco. Fonte: Claudomir Tavares (2013)	144
Figura 72- Foto aérea com a variação da desembocadura do rio Japarutuba entre 1979-2004. Fonte: Barbosa (2014)	145
Figura 73 - Foto aérea da foz do rio Japarutuba com indicação dos locais que sofreram processos de erosão e progradação. Fonte: Adaptado de Barbosa (2014)	146
Figura 74 - (A) Cássia Santana- Av. Oceânica, (B) e (C) Edificações destruídas. Fonte: Jorge Henrique (2013) / Cássia Santana (2013) / Milton Alves Júnior (2013)	147
Figura 75 - Despejo de esgoto doméstico na foz do rio Japarutuba (Ponto 01). Fonte: Adriano Silva (2015).	150

Figura 76 - Margem direita do rio Japaratuba. Fonte: acervo do autor.	151
Figura 77 - Invasão em solo arenoso da planície fluvial do rio Japaratuba.	152
Figura 78 - Erosão continental (ponto 09) SE 100. Fonte: acervo do autor.	153
Figura 79 - Erosão continental (ponto 19) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.	153
Figura 80 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.	153
Figura 81 - Erosão continental – Voçorocas (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.	154
Figura 82 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.	154
Figura 83 - Erosão continental– Ravinamento (ponto 48) Prox. Pov. Alagamar. Fonte: acervo do autor.	154
Figura 84 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 23) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.	155
Figura 85 - Erosão continental– Voçorocas (ponto 49) Prox. Pov. Alagamar. Fonte: acervo do autor.	155
Figura 86 - Lixão do Município (Pov. Aguilhadas) Ponto 18. Fonte: acervo do autor.	156
Figura 87 - Disposição de lixo na APP Lagoa Redonda - Ponto 30. Fonte: acervo do autor.	157
Figura 88 - Disposição de lixo na APP Lagoa Redonda- Ponto 30. Fonte: acervo do autor.	157
Figura 89 - Disposição de lixo doméstico (Entorno da RPPN – Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia) Ponto 46. Fonte: acervo do autor.	157
Figura 90 - Disposição de lixo doméstico (Pov. Água Boa) - Ponto 47. Fonte: acervo do autor.	158
Figura 91 - Disposição de lixo doméstico (Pov. Água Boa) - Ponto 47. Fonte: acervo do autor.	158
Figura 92 - Sistema de distribuição/ligação domiciliar (Pov. Lagoa Redonda) Ponto 27. Fonte: acervo do autor.	159
Figura 93 - Chafariz comunitário (Pov. Água boa) Ponto 39. Fonte: acervo do autor.	159

Figura 94 - Fonte de água (abastecimento humano) Pov. Aguilhadas e distribuição através de carroça, Ponto 50. Fonte: acervo do autor.	159
Figura 95 - Desmonte de dunas para duplicação da SE 100, sentido norte Ponto 15. Fonte: acervo do autor.	161
Figura 96 - Lotes no entorno da SE 100, sentido norte - Ponto 16 a 17. Fonte: acervo do autor.....	162
Figura 97 - Lotes no entorno da SE 100, sentido norte – Prox. Ponto 18. Fonte: acervo do autor.....	163
Figura 98 - Lotes sob duna continental vegetada “a venda” no entorno Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia - Ponto 36. Fonte: acervo do autor.	163
Figura 99 - (a) Lagoa formada por braço do rio Sapucaia (b) Camping do Município – Ponto 32. Fonte: acervo do autor	164
Figura 100 - Empreendimento Eco parque Lagoa Grande – Ponto 40. Fonte: acervo do autor.....	164
Figura 101 - Empreendimento inacabado (RPPN Dona Benta e seu Caboclo) – Ponto 35. Fonte: acervo do autor	165
Figura 102 -(a) Paisagem da Lagoa Redonda (b) Bar anexo ao poço de tartaruga (c) Bar localizado ao outra margem da lagoa – Ponto 30. Fonte: acervo do autor.....	165
Figura 103 – (A) Cemitério João Paulo Correia– Ponto 31 e (B) Imagem aérea Google Earth que ilustram o entorno vulnerável do cemitério. Fonte: acervo do autor	166
Figura 104– Poço de Tartaruga (REBIO)– Ponto 29. Fonte: acervo do autor .	167
Figura 105 - Bares com cercas impedindo o acesso a Lagoa Redonda– Ponto 30. Fonte: acervo do autor	168
Figura 106 - Sugestões de intervenção urbanística em área de restinga, proposto por Goldstein <i>et al.</i> , 1981.....	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Competências de diferentes escalas da administração nos diferentes instrumentos de planejamento e gestão da orla marítima. Fonte: Scherer (2013).....	38
Quadro 2 - Tipos de metodologias. Fonte: Silva e Dantas (2010).....	42
Quadro 3 - Classificação de Perigo. /Fonte: Tominaga (2012), baseado em UN- ISDR (2004).....	48
Quadro 4 - Registros de Inundações no Brasil no período de 1940 a 2008 (<i>Emergency Database</i> , 2009).....	53
Quadro 5 - Classificação de estabilidade de unidades de paisagem, baseado na análise Ecodinâmica de Tricart Fonte: adaptado de Tricart (1977).....	83
Quadro 6 - Classes de Vulnerabilidade Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al</i> (1996)	84
Quadro 7 - Classificação das áreas quanto ao potencial urbano.....	86
Quadro 8 - Fatores de formação de solos Fonte: Alterado de Lorenzo 2010 ..	108
Quadro 9 - Mecanismos de formação de solos. Fonte: Alterado de Lorenzo 2010	108
Quadro 10 - Potencialidades e limitações dos tipos de solos encontrados na região.....	113
Quadro 11 - Produção Agrícola Municipal 2013. Rio de Janeiro. Fonte: IBGE, 2014.....	121
Quadro 12 - Recorte Pirambu – Recursos Minerais, 1998. Fonte: CPRM/CODISE – Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe, 1998.	122
Quadro 13 - Projeto Agroextrativista São Sebastião. Fonte: Superintendência Regional Sergipe - SR 23/INCRA, 2013.	123
Quadro 14 - Características da Reserva Biológica de Santa Isabel, SE / Fonte: ICMBio.....	125
Quadro 15 - Características da RPPN Dona Benta e seu Caboclo. / Fonte: ICMBio.....	128
Quadro 16 - Características da RPPN Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia. /Fonte: ICMBio.....	129

Quadro 17 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da geologia da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al.</i> (1996, 2001).....	133
Quadro 18 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da geomorfológica da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al.</i> (1996, 2001).....	135
Quadro 19 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da Pedológica da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al.</i> (1996, 2001).....	137
Quadro 20 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da biogeografia da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al.</i> (1996, 2001)	140
Quadro 21 - Resultado da vulnerabilidade relacionada aos aspectos climáticos da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani <i>et al.</i> (1996, 2001)	142
Quadro 22 - Classificação das áreas quanto ao potencial urbano. Fonte: autor 2010.....	168

LISTA DE SIGLAS

ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental

APA - Área de Proteção Ambiental

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DOU - Diário Oficial da União

DWG - Extensão de Arquivos do software AutoCAD (AutoDesk)

EIA - Estudos de Impacto Ambiental

GI-GERCO - Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro

IAEG - Associação Internacional da geologia de Engenharia

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG - Instituto Geológico de São Paulo

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PEGC - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro

PGZC - Plano de Gestão da Zona Costeira

PMGC - Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

PNRM - Política Nacional de Recursos do Mar

RADAMBRASIL - Projeto Radar na Amazônia

REBIO - Reserva Biológica

RPPN - Reservas Particulares do Patrimônio Natural

RQA-ZC - Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SPU / MP - Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento,
Orçamento e Gestão

SQA / MMA - Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos
do Ministério do Meio Ambiente

UNISDR - The United Nations Office for Disaster Risk Reduction

UT - Unidades de Terreno

ZA - Zona de amortecimento

ZC - Zona Costeira

ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro

RESUMO

O município de Pirambu localizado no litoral norte do estado de Sergipe se destaca dentre os demais devido às suas potencialidades naturais, relativamente preservadas. Dentro da área do município, a zona costeira é a que desperta maior interesse imobiliário, devido aos 23 km de praias, sendo algumas dessas protegidas por Lei. Na zona interfásica o destaque fica por conta da presença de dunas, manguezais, rios e lagoas, como por exemplo, Lagoa do Sangradouro e a Lagoa Redonda. Este estudo avaliou a vulnerabilidade e o risco ambiental, com enfoque urbano, nesse município. Para tanto foi realizado uma abordagem teórica “estado-da-arte” fundamentada no método Geossistêmico, partindo inicialmente nas contribuições teóricas de Bertrand (1971) e na análise Ecodinâmica de Tricart (1977), passando pelas técnicas de mapeamento e diagnósticos propostos pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE), as quais foram devidamente adaptadas à realidade local, complementadas por incursões de campo. Como resultados, obteve-se um mapa temático com as interpretações das geofácies da área de estudo, introduzindo os riscos naturais e antrópicos, as restrições legais em algumas dessas áreas, tendo como finalidade subsidiar o planejamento do uso e da ocupação do solo, com sugestões de aptidão para fins urbanos em trabalhos futuros.

PALAVRAS CHAVE: Zona costeira, Análise Geoambiental, Vulnerabilidade, Risco, Planejamento Urbanístico.

ABSTRACT

The city of Pirambu, located in the north shore of the Sergipe state highlights itself because of the relatively preserved natural characteristics. Inside the area of the county, the coastal zone concentrates the biggest interest of the realty agents due to its 23km of shoreline, including some parts that are protected by the environmental law. In the interphase zone the presence of dunes, mangroves, rivers and lagoons stand out, for example, the Sangradouro Lagoon and the Redonda Lagoon. This study has evaluated the environmental risk and vulnerability, with urban focus, of this county. In order to do that a theoretical review approach was made with the fundamentals of the Geosystemical method, starting with the theoretical contributions of Bertrand (1971) and the Ecodynamical analysis of Tricart (1977), addressing the mapping and diagnosis techniques proposed by the INPE (National Institute of Space Research), which were adequately adapted to the local reality, complemented by mapping campaigns. As results, a thematic map was made with the interpretations of the geofacies of the studied area, introducing the natural and anthropic risks and the legal restrictions existents in the area, with the finality of subsidize the planning of the soil use and occupation, with suggestions of aptitude for urban purposes in future studies.

KEYWORDS: Coastal Zone, Geoenvironmental Analysis, Vulnerability, Risk, Urbanistic Planning

1. INTRODUÇÃO

Analizando o processo evolutivo do ser humano, no tocante a sua relação com o meio físico natural, observa-se que ele é um dos mais eficazes agentes modificadores da paisagem. Na antiguidade, cidades eram edificadas em locais onde fosse possível o acesso a alimentos que poderiam ser advindos da caça, da pesca e mais tarde através do desenvolvimento da agricultura e pecuária, o que ocasionou a necessidade do homem criar raízes. Nesse contexto, a posição geográfica era a condicionante preponderante para a sedentarização, fatores ligados aos aspectos físicos, climáticos e hídricos. Atualmente, esse método continua sendo largamente utilizado pelas civilizações contemporâneas, somando-se a evolução do conhecimento, desenvolvimento da engenharia e interesses cada vez menos nobres e sustentáveis.

No mundo, a interferência humana na paisagem natural, através do processo de urbanização de locais impróprios a ocupação, vem causando sérias metamorfoses observadas a partir das alterações físicas, topográficas, hídricas, pedológica, biogeográficas, dentre outras. No Brasil essa realidade não é diferente, como sua urbanização se deu de forma tardia devido a fatores históricos, esse processo seguiu a tendência mundial de ocupação de áreas próximas ao litoral, o resultado disso é que 26,6% de sua população residem em municípios costeiros, o que equivale a cerca de 50,7 milhões de habitantes.

Atualmente as zonas costeiras vêm sendo cada vez mais “consumidas” pelos diversos agentes de poder, sejam eles da esfera pública ou privada, esses atores veem nesses locais oportunidades de usos pautados principalmente em fins especulativos que têm como pano de fundo o desenvolvimento econômico e turístico deixando de lado muitas vezes o valor ecológico-ambiental e social.

Os ambientes costeiros são regiões transicionais e de interação entre as interfaces continental e marinha. Toda essa dinâmica extremamente complexa é “construída” e “reconstruída” por processos naturais que se desenvolvem através das ações mecânicas das ondas, flutuação das marés e das correntes. Esses agentes são os que dominam o processo de desenho e configuração do que entendemos por zona costeira. Essas regiões são regulamentadas por lei

específica e têm restrições quanto ao uso e ocupação que quando não são observadas causam “perturbações” incompatíveis com o suporte do meio físico, por serem de origem recente são prematuros e extremamente vulneráveis.

A planície costeira brasileira é constituída por ecossistemas singulares como: recifes costeiros, manguezais, lagoas costeiras, restingas, pântanos, praias, dunas, além da concentração da maior mancha residual de mata atlântica. O município de Pirambu, área de interesse dessa pesquisa, além de estar geograficamente localizado entre os municípios costeiros do estado de Sergipe, detém grande parte de atributos naturais relativamente intocados, se comparado com outros municípios costeiros do estado.

Após toda base teórica e incursões de campo, observou-se algumas particularidades que contribuíram pra que esse município esteja, até o momento, nesse grau de conservação ambiental, são elas: a impossibilidade de crescimento a sul devido à presença do rio Japaratuba, o qual serve de fronteira ao município vizinho de Barra dos coqueiros, a presença da Reserva Biológica Santa Isabel, que se encontra em estágio de conurbação com a sede municipal (essa unidade de conservação ambiental impõe ao município uma série de restrições legais ao uso e manejo de sua fachada litorânea e demais atributos naturais existentes em seus limites) e o acesso que até 2007 era feito pela BR 101 (76 km), atualmente esse acesso é feito através da Ponte construtor João Alves que diminuiu essa distância passando a ser de 31 km qualificando o acesso com paisagens bucólicas e únicas.

Por todas essas questões elencadas percebe-se que o planejamento e a gestão do uso e ocupação do solo em regiões costeiras ou outras igualmente frágeis devem ser precedidos de estudos multidisciplinares prévios e aplicação de métodos como, por exemplo, mapeamentos das unidades de paisagem, das áreas de vulnerabilidade e riscos com o auxílio de tecnologias SIG, somados a medidas de prevenção e mitigação dos possíveis cenários através da antecipação e espacialização desses temas através integralização de mapas evitando com isso custos do poder público ou privado em obras de

“contingência” urbana no intuito de melhorar a qualidade de vida da população que se encontra nestas áreas.

Toda essa construção do conhecimento tem como objetivo alcançar a transdisciplinaridade desses temas expostos, através da avaliação do risco ambiental da paisagem natural do município de Pirambu, de sua caracterização geoambiental (individualização) e vulnerabilidade como subsídio ao planejamento urbano sustentável, tendo como proposição um mapa temático de aptidão com sugestões para o uso e ocupação para fins urbanísticos.

2. OBJETIVOS

A elaboração desta dissertação tem por objetivo geral avaliar o risco da ocupação humana considerando os componentes geoambientais da paisagem natural do município de Pirambu (SE). Para isto, alguns objetivos específicos devem ser alcançados primeiramente, sendo eles:

- Caracterizar os componentes geoambientais da paisagem do município;
- Analisar o grau de vulnerabilidade ambiental das unidades geoambientais e seu estado Ecodinâmico, bem como, os perigos naturais, auferindo o uso do território e seu desenvolvimento em padrões sustentáveis;
- Propor um mapa temático, com base nas informações e diagnósticos realizados, com sugestões e aptidões na área de estudo para fins urbanísticos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é desenvolvido um epítome da pesquisa de embasamento teórico a partir das referências bibliográficas consultadas ao longo do desenvolvimento dessa dissertação de mestrado acadêmico. Essas contribuíram sobre maneira para o entendimento dos principais fenômenos naturais e antropogênicos que resultam em perturbações no meio natural. Toda essa construção do conhecimento teve como objetivo alcançar a transdisciplinaridade desses temas expostos.

Dentro dessa fundamentação serão apresentados alguns comentários e citações referentes aos seguintes **assuntos: urbanismo sustentável, legislação aplicada à ambientes costeiros, mapeamento geoambiental, zonas de risco, geologia, geomorfologia**, dentre outros.

3.1 Urbanismo Sustentável em Ambientes Litorâneos

Desde a Pré-história o homem vem evoluindo, e formou comunidades que mais tarde se tornariam as primeiras civilizações. No princípio, o homem primitivo levava uma vida nômade, alimentando-se da caça, pesca, e da coleta de frutos, ficando na região somente enquanto as condições locais fossem favoráveis a sua permanência. A partir do abandono da prática do nomadismo e o conseqüente crescimento da população, as dificuldades para o homem caçar e conseguir alimentos aumentou, levando-o a desenvolver outras maneiras de produzir subsistência. Com o plantio do trigo, cevada e aveia, iniciou o processo de desenvolvimento da agricultura e pecuária, o que ocasionou a necessidade do homem "criar raízes". Segundo Brunn *et al* (2003), as civilizações que dominaram estas técnicas passaram a criar centros mais densamente habitados, como centros de comércio e defesa locais.

Essas civilizações se desenvolveram primariamente em torno de corpos de água doce, tais como rios e/ou lagos. Elas observaram que vales fluviais de clima quente apresentavam ótimas condições para a criação de um assentamento permanente, como exemplos podem-se apontar os rios Nilo

(Egito), Tigre e Eufrates (Mesopotâmia), Hindus (Paquistão) e rios Amarelo e Yang-Tsé-Kiang (China). Nesse contexto, a geografia (aspectos físicos, climáticos e hídricos) exercia fundamental importância na decisão da localização das primeiras civilizações.

Embora as primeiras cidades tenham aparecido há mais de 3.500 anos a.C., o processo de urbanização moderno teve início no século XVIII, em decorrência da Revolução Industrial, desencadeada primeiro na Europa e, a seguir, nas demais áreas de desenvolvimento do mundo atual. Além disso, esses países demoram mais tempo que a maioria dos atuais países subdesenvolvidos industrializados para se tornarem urbanizados. Vemos então que, em geral, quanto mais tarde um país se torna industrializado, mais rápida é sua urbanização. No caso do Terceiro Mundo, a urbanização é um fato bem recente.

O urbanismo é a ciência que relaciona as atividades técnicas ligadas ao estudo, regulação, controle e planejamento das cidades, ou seja, procura entender e buscar soluções os problemas urbanos. O termo urbanismo é relativamente recente, segundo Bardet (1990), este termo surgiu pela primeira vez em 1910. No entanto, conforme Benevolo (1971) pode-se dizer que o urbanismo moderno nasceu até mesmo antes de se utilizar este termo, isto é, entre 1830 e 1850.

Na opinião de Goitia (1992), o grande desenvolvimento das cidades e das formas de vida urbana é um dos fenômenos que melhor caracteriza nossa civilização contemporânea. A cidade não é um feito recente: é resultante de um processo histórico. Ao longo deste século e do passado observa-se um aumento vertiginoso da migração da população rural para as cidades. Tal fato tem modificado a distribuição da população mundial. Contudo, nas últimas décadas, o ritmo de crescimento das cidades está sendo muito superior ao das possibilidades de previsão das autoridades públicas, e da sua capacidade de assimilar os problemas e planejar investimentos de infraestrutura e ordenamento territorial, e assim propor soluções para que a cidade se desenvolva de forma mais igualitária. Os organismos oficiais, planejadores e

urbanistas são lentos nas previsões e ainda mais nas realizações. (...) A cidade vai se transformando com um crescimento que nem é ordenado por via técnica, nem pausado e orgânico por via natural.

O processo de urbanização, principalmente nos países em desenvolvimento, é uma das mais agressivas formas de relacionamento entre o homem e o meio ambiente. As cidades antigas eram menores, mais harmônicas e, mesmo quando erguidas em locais ambientalmente inadequados, agrediam menos o meio ambiente.

No Brasil, nas últimas décadas o crescimento populacional urbano tem sido acelerado, se comparado com o resto do mundo (Figura 1). As capitais brasileiras se transformaram em grandes metrópoles, configuradas em geral por um núcleo principal e várias cidades circunvizinhas. Segundo dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), enquanto a população urbana passou a ser majoritária no mundo em 2008, os brasileiros que moram em cidades são maioria desde 1965. Devido a fatores históricos relacionados à ocupação do território brasileiro e seguindo a tendência mundial da população em ocupar predominantemente áreas próximas ao litoral, o Brasil apresenta 26,6% da população em municípios da zona costeira, o equivalente a 50,7 milhões de habitantes, sendo que, desse total, cinco das seis maiores aglomerações metropolitanas localizam-se na zona costeira, são elas: Belém, Fortaleza, Recife, Salvador e Rio de Janeiro, elas concentram juntas 21,8 milhões de habitantes, quase 13% do país (Figura 2).

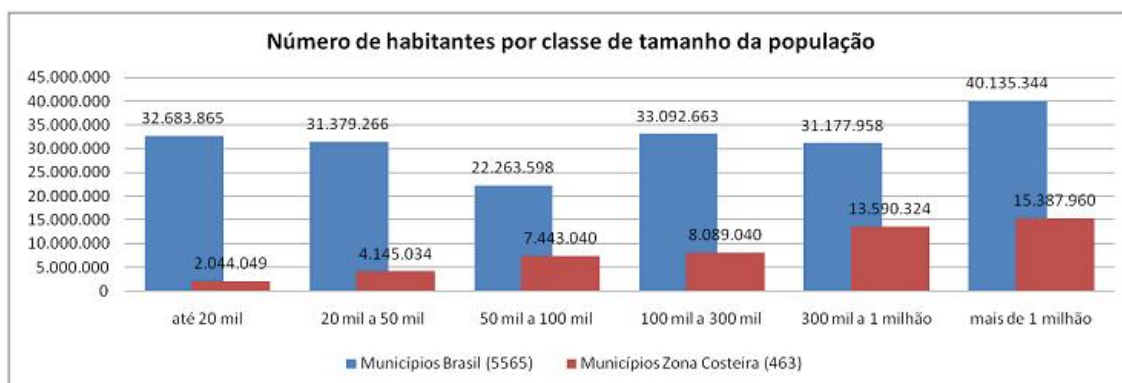


Figura 1 - Número de habitantes por classe de tamanho da população. (IBGE/Censo 2010)

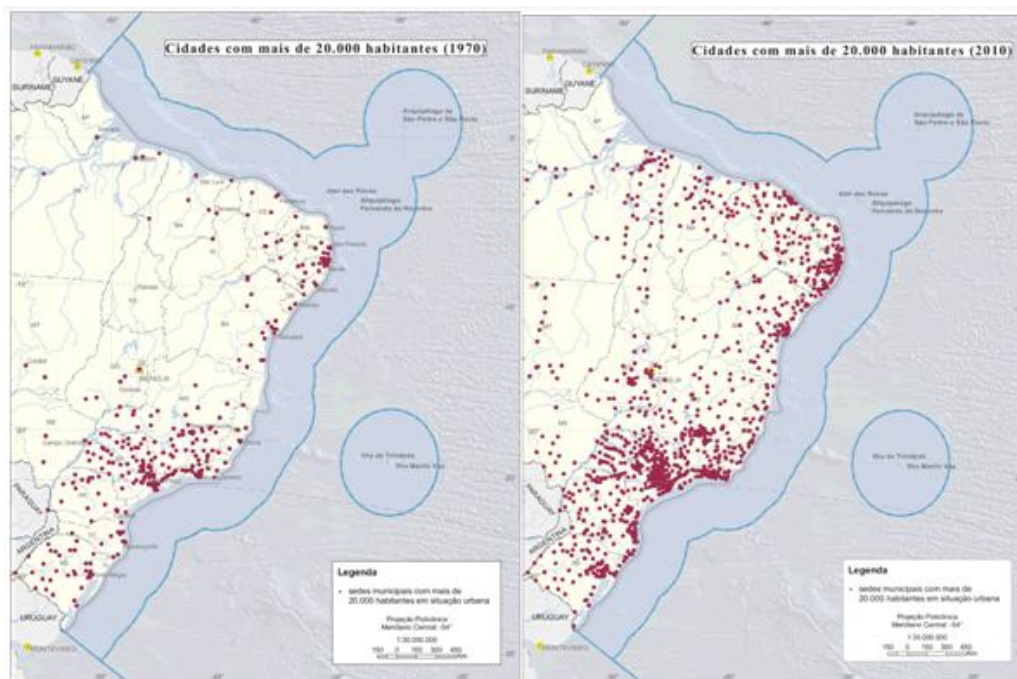


Figura 2 - Mapa de evolução das cidades com mais de 20.000 habitantes de 1970 a 2010. (IBGE/Censo 2010)

A ocupação urbana na costa marítima brasileira tem início no período do descobrimento com a chegada dos europeus em busca de riquezas naturais, sendo os primeiros locais a serem habitados, e configurando-se como áreas de grande interesse, seja pela sua riqueza, sua posição geográfica estratégica ou mesmo pela sua gama de recursos naturais.

A partir da segunda metade do século XX, as regiões litorâneas que se concentravam ao redor de seus portos e indústrias de maneira pontual, se estendem linearmente pelas praias, uma vez que seus centros urbanos já se encontravam saturados. Assim, as praias que continham somente moradias destinadas ao lazer foram compartilhadas com moradias fixas para atender a esse crescimento populacional (Basílio, 2012). Toda essa dinâmica se deu através de processos socioeconômicos, no qual as classes mais privilegiadas ocuparam áreas mais bem localizadas (portanto, mais adequadas do ponto de vista da fixação e acesso à infraestrutura urbana) enquanto a porção menos favorecida, fixou-se, em áreas descartadas pela especulação imobiliária (áreas distantes ou mesmo em áreas protegidas por lei). Esses conglomerados habitacionais surgiram neste cenário excludente, evoluindo para bairros residenciais desprovidos de quaisquer infraestruturas, tais como água, luz ou

mesmo arruamento. Muitas vezes se localizavam em áreas de risco, como áreas amorradas, estuarinas e mangues, seguindo a lógica do processo de urbanização das cidades brasileiras, como cita Maricato (2001) "O número de imóveis ilegais na maior parte das grandes cidades é tão grande que, inspirados na interpretação de Arantes e Schwartz sobre Brecht, podemos repetir que 'a regra se tornou exceção e a exceção regra'. A cidade legal (cuja produção é hegemônica e capitalista) caminha para ser, cada vez mais, espaço da minoria".

Morais (1999) destaca que a zona costeira brasileira segue uma lógica de ocupação, sendo possível observar dois padrões de valorização: por um lado predomina a lógica mercantil na quase totalidade da fachada oriental, fundada na forma capitalista de valorização do espaço de um litoral ocupado e em vias de ocupação. Por outro lado, no restante do litoral norte brasileiro é possível observar uma outra lógica fundada na vida das populações tradicionais, de cunho pré-capitalista. Enquanto a forma de apropriação do espaço litorâneo urbano-mercantil é predominante, as áreas nas quais dominam "gêneros de vida tradicionais podem ser vistas como residuais e tendentes ao desaparecimento, num prazo de tempo curto, caso não sejam protegidas por legislações e ações específicas". Portanto, seguindo o raciocínio dessas duas lógicas, é preciso conjecturar sobre a preservação do meio ambiente, fundamental para o desenvolvimento de todas as potencialidades da zona costeira.

À medida que a cidade cresce carente de políticas públicas quanto à sua divisão territorial, mais as populações que eram periféricas voltam a se encontrar em situações de conflito, compartilhando espaços de grande interesse comercial (Basílio, 2012). A ocupação da Zona Costeira está vinculada ao processo de valorização da terra e sua distribuição aos segmentos da sociedade, delineando que quanto melhor suas políticas públicas em relação ao uso da terra melhor para a paisagem, o meio ambiente e sua sociedade.

Nas grandes cidades litorâneas, os locais junto à orla são disputados com maior intensidade por agentes do mercado imobiliário formal que, por muitas vezes, atuam à margem da lei, e por grupos com maior poder aquisitivo que

almejam explorar e usufruir das potencialidades paisagísticas singulares. O resultado é o surgimento de bairros com moradores de média e alta renda com alta densidade de construções verticais, tanto residenciais quanto não residenciais, mescladas, com oferta de lazer, serviços e consumo de alto padrão. Em algumas grandes cidades, a orla também é lugar de condomínios residenciais fechados (Figura 3 e Figura 4). Em muitos casos, esses condomínios residenciais e outros tipos de ocupação de alto padrão encontram-se em situações de irregularidade fundiária. Essa realidade quebra o mito que associa a irregularidade unicamente aos grupos de baixa renda (MMA/Projeto Orla, 2006).



Figura 3 - Foto da localidade de Riviera de São Lourenço em Bertioga/ SP, urbanização diferenciada para consumidores de alto poder aquisitivo. Fonte: Silvio Macedo / MMA. Projeto Orla.



Figura 4 - Condomínio no litoral paulista, similar a muitos pelo país. Fonte: Roberto Sakamoto / MMA. Projeto Orla.

Esse tipo de infraestrutura baseado em grandes investimentos, como apelo turístico, por si só, atrai investimentos privados (hotéis, restaurante e bares) como estatais, principalmente na melhoria de espaços de uso públicos, mobiliário urbano e ampliação de acessibilidades. É comum nesse tipo de investimento de alto nível a implementação de uma grande avenida na beira mar com iluminação pública diferenciada, calçadas para a prática de caminhadas e ciclovias, além de bares e quiosques. Esses tipos de empreendimentos podem ser observados em Boa Viagem, no Recife; Ondina, em Salvador; Leblon, Ipanema e Copacabana, no Rio de Janeiro; Praia de Iracema e Avenida Beira Mar, em Fortaleza; e Praia do Canto, em Vitória.

Embora esses bairros estejam em condições privilegiadas do ponto de vista econômico e social, eles também sofrem com questões ligadas a esfera ambiental, como por exemplo, a infraestrutura de esgotamento sanitário no município como um todo. Isso compromete a balneabilidade das praias, a saúde dos frequentadores, além da estética local.

O avanço da urbanização sobre o meio natural, especificamente no litorâneo, quando acontece de maneira desordenada, causa perturbações que

são incompatíveis com o suporte do meio físico. O fato de possuir uma interface com o mar o qualifica para determinados usos, ou seja, possibilita “o monopólio espacial de certas atividades”, tais como a exploração de recursos marinhos, a circulação de bens e pessoas através da via marítima, a utilização cultural desse espaço como área de lazer e também sua exploração econômica com a atividade turística. Este último, por sua vez, tem se destacado nas últimas décadas tanto no cenário internacional como no doméstico. São as características locais, como os ambientes naturais, beleza cênica dentre outras que fazem com que o litoral seja um dos destinos preferidos para os turistas contemporâneos. Este fato impulsiona por sua vez outro fenômeno: o da segunda residência (veraneio). Segundo Harvey e Caton (2003), o turismo, aliado a assentamentos urbanos, indústrias, exploração de recursos naturais, entre outras atividades, são vetores responsáveis pelo aceleração do processo de uso, ocupação e degradação da zona costeira e das praias.

O espaço costeiro brasileiro merece uma atenção especial, tanto pela diversidade e riqueza de seus ecossistemas singulares, quanto pelo fato de concentrar mais de 25% da população.

As várias formas de ocupação e uso do solo na zona costeira, a diversidade de atividades humanas aí desenvolvidas e os diversos quadros naturais fazem com que o planejamento territorial seja um instrumento fundamental na definição do futuro desse espaço em busca da construção da sustentabilidade urbana. Há necessidade de uma reflexão a respeito dos padrões de ocupação do litoral brasileiro, da cidade real e dos indicadores de qualidade de vida das populações, bem como da existência de espaços de debates democráticos e de um adequado tratamento da questão metropolitana. Tal reflexão permite não apenas trazer à luz os conflitos existentes como também propor alternativas de gestão, planejamento e uso dos espaços litorâneos (Silva, 2005).

Nesse sentido o planejamento urbano tem como objetivo a análise de processos técnicos com suporte a desenvolver e modificar as cidades melhorando a qualidade de vida da população de áreas urbanas consolidadas

ou a serem planejadas, com a finalidade de torná-las socialmente justas, culturalmente aceitas e ambientalmente mais sustentáveis aos seus atuais habitantes e para o futuro. Com o objetivo de alcançar tais objetivos, a União instituiu as diretrizes gerais da política urbana com a Lei nº 10.257 de 10.07.2001, denominada **Estatuto da Cidade**, que estabeleceu normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana, para que esta atenda a sua função social. Esse estatuto criou uma série de instrumentos de gestão com objetivo que a cidade pudesse buscar seu desenvolvimento urbano, dentre eles o plano diretor, que deve articular os outros no interesse da cidade.

Para Rolnik (1999), o Estatuto da Cidade poderá trazer benefícios ambientais aos grandes centros urbanos ao estimular a instalação da população de baixa renda em áreas dotadas de infraestrutura e evitar a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como mangues, encostas de morros e zonas inundáveis.

A aplicação desse planejamento a zonas costeiras requer uma série de restrições peculiares, inerentes ao ambiente físico, social e cultural característicos deste espaço territorial, tendo como principal desafio a preservação de um local que compreende cerca de um quarto da população nacional, vivendo em, ou próximo, a ecossistemas delicados e complexos.

A zona costeira brasileira estende-se por cerca de 8500 km, entre as latitudes 4° 26' N e 33° 44' S (Figura 5). Sua localização nas zonas intertropicais e subtropicais determina a presença de ambientes muito distintos e de elevado valor ecológico e grande relevância turística tais como recifes costeiros, manguezais, lagoas costeiras, restingas, pântanos, praias e dunas. É também nessa zona que se concentra a maior mancha residual de mata atlântica, manguezais e zonas úmidas com cerca de 14.000 km² e 11.000 km², respectivamente (Jablonski & Filet, 2008).

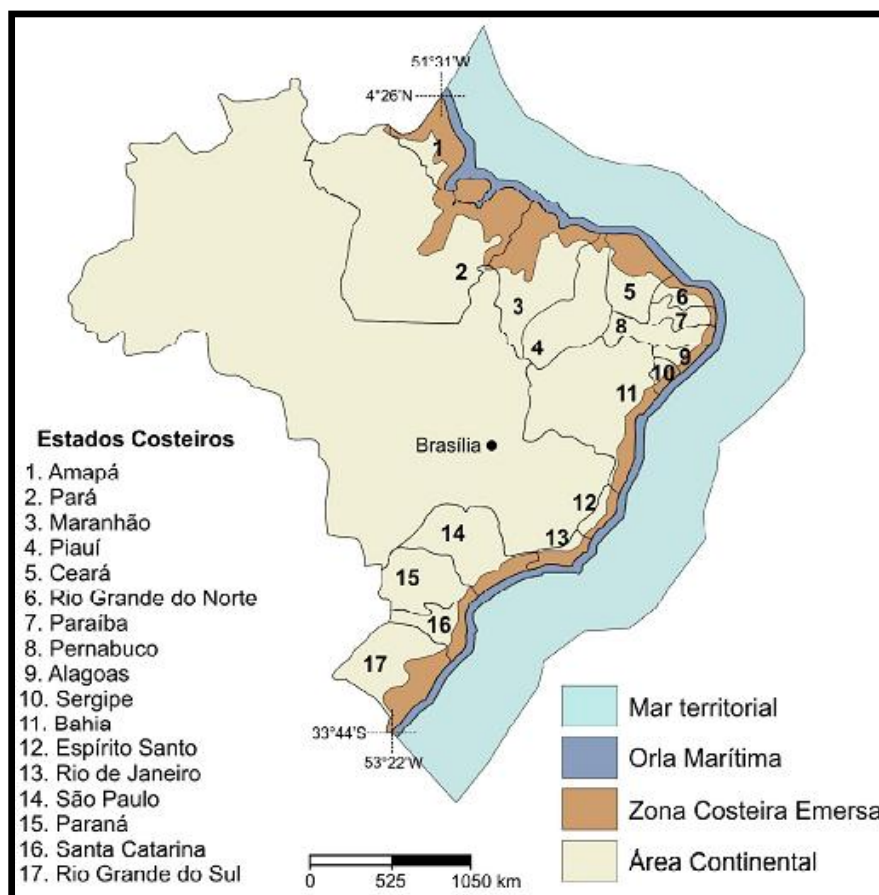


Figura 5 - Mapa do Brasil com a delimitação da Zona Costeira do Brasil. Fonte: MMA/Projeto Orla (2006) modificado por Souza (2009).

Devido a esses ambientes tão singulares, o Governo Brasileiro em atenção ao uso sustentável dos recursos costeiros, implementou a partir da promulgação da **Lei Federal nº 7.661/88 o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro** (PNGC), constituindo-se a base legal fundamental do planejamento da zona costeira no Brasil, como parte da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e da Política Nacional de Recursos do Mar (PNRM). Esse Plano carrega a preocupação com o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos, estabelecendo além dos princípios, os instrumentos e as competências para a gestão nesta região, explicitando as atribuições de cada instância de governo, considerando o conjunto de instituições que compõe o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente). Passou por revisão em 1997, na qual foi aprovado o **PNGC II**, que fortaleceu o conceito de gestão, alterou a abrangência territorial da zona costeira através da adoção das 12 milhas do mar territorial e introduziu novos instrumentos, como por exemplo, o Relatório de Qualidade Ambiental da zona costeira (RQA-ZC), além de delegar e acentuar

responsabilidades nas esferas federal e municipal em parceria com a sociedade civil organizada, na condução dos planos em nível estadual.

Na esfera dos estados, o **Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro** (PEGC) é desenvolvido através dos Colegiados Costeiros, que são grupos de representação tripartite igualitária (Estado, Município e Sociedade Civil organizada). Sua função é discutir e encaminhar políticas, planos, programas e ações destinadas à gestão da zona costeira, num processo participativo que permita a mediação de conflitos de interesse e a articulação das diretrizes e ações de gestão para cada setor costeiro. Os PEGC's têm por objetivo planejar e administrar a utilização dos recursos naturais da zona costeira, visando à melhoria da qualidade de vida das populações locais, promovendo a proteção adequada dos seus ecossistemas, para usufruto permanente e sustentado das gerações presentes e futuras (MMA, 2005).

Na esfera municipal também deve elaborar seus **Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro** (PMGC), os quais têm como meta a aplicação em escala local das diretrizes do PEGC, observando as normas e os padrões federais, incorporando-as aos Planos Diretores Municipais de Uso do Solo.

O artigo 5º da Lei 7661/88 (PNGC), versa que esse Plano de Gerenciamento deverá ser elaborado e executado observando normas, critérios e padrões relativos ao controle e a manutenção da qualidade do meio ambiente, estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e deve contemplar entre outros os seguintes aspectos: urbanização, ocupação e uso do solo e do subsolo, sistema viário e de transporte, habitação e saneamento básico, turismo, recreação e lazer, e, patrimônio natural, histórico, étnico, cultural e paisagístico. Com isso, reconhece a diversidade e importância da qualidade ambiental da zona costeira, considerando dentre outras coisas, que: a zona costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância, a maior parte da população mundial vive em zonas costeiras, e há uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica nessas regiões, e que por isso a atividade de gerenciamento deste amplo universo de trabalho

implica, fundamentalmente, na construção de um modelo cooperativo entre os diversos níveis e setores do governo, e deste com a sociedade.

Dentre os instrumentos de planejamento do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, o **Projeto Orla**, é a estratégia mais recente do governo federal para implementação do Gerenciamento Costeiro no país. Ele é regulamentado pelo Decreto Federal nº 5.300 de 2004, e tem como supervisão o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), como coordenadores a Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do Ministério do Meio Ambiente (SQA/MMA) e a Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (SPU/MP). Esse projeto federal tem como objetivos estratégicos: fortalecer a capacidade de atuação e a articulação de diferentes atores do setor público e privado na gestão integrada da orla, aperfeiçoando o arcabouço normativo para o ordenamento de uso e ocupação desse espaço; desenvolver mecanismos institucionais de mobilização social para sua gestão integrada; estimular atividades socioeconômicas compatíveis com o desenvolvimento sustentável da orla (MMA/Projeto Orla, 2006).

Uma grande contribuição do Projeto Orla à gestão de praias é a sua metodologia, que preconiza e põe em prática a coordenação e cooperação entre as diversas esferas governamentais, união, estado e município. Além disso, a metodologia impõe mecanismos de participação, tendo manuais de auxílio à implantação desta participação (diagnóstico da orla e definição das ações de gestão de maneira participativa, por exemplo). Atualmente, é o único instrumento do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro que realmente determina qual o grau e como se dá a participação popular no processo de gestão (Scherer, 2013).

Como instrumento de gestão e planejamento o Projeto Orla busca convergir as duas vertentes, política urbana e ambiental, dando maior relevância aos terrenos de marinha e seus acrescidos, tendo como limites os

itens representados (Figura 6), bem como os limites dos “Terrenos de Marinha” e das “Áreas de Preservação Permanente na Restinga”.

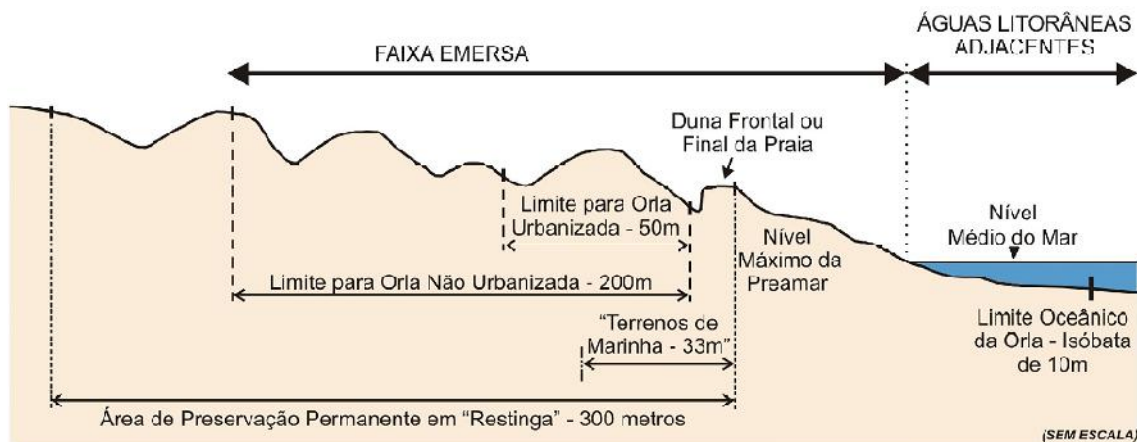


Figura 6 - Delimitação da Orla Marítima (Decreto Federal nº 5.300 de 2004). Fonte: MMA/Projeto Orla (2006) modificado por Souza (2009).

Desde sua implantação, o Projeto Orla vem capacitando municípios nos estados litorâneos, promovendo assinaturas de convênios com a Secretaria de Patrimônio da União e com o Ministério do Meio Ambiente. A partir daí, esse instrumento tem identificado as principais demandas e conflitos nesses municípios, visando disciplinar e reordenar a orla brasileira, destacando-se os seguintes temas:

- Projetos de urbanização, paisagísticos, organização e padronização de quiosques, definição de acessos, construção de passarelas elevadas, construção e implantação de equipamentos nas praias;
- Saneamento ambiental;
- Elaboração ou revisão de plano diretor e seus instrumentos complementares;
- Criação, demarcação, elaboração ou implantação de plano de manejo em unidades de conservação;
- Regularização fundiária;
- Manejo de ecossistemas costeiros (dunas, restingas, falésias, matas ciliares e manguezais);
- Ordenamento de atividades associadas à pesca e maricultura;
- Gestão de resíduos sólidos;
- Controle e prevenção de erosão;

Devido a essa quantidade de instrumentos de gestão por parte da legislação brasileira e as diferenças de competências administrativas dos entes federativos, os conflitos na gestão do litoral brasileiro são inevitáveis (Quadro 1). Como refere Scherer (2013), “Instrumentos de planejamento e gestão, definidos como tal por legislação específica, muitas vezes tem influência na mesma área. (...) Percebe-se que existe uma sobreposição de órgãos e instrumentos de planejamento e gestão na orla, principalmente na área de praia propriamente dita (faixa de areia) e nos terrenos de marinha. Por exemplo, o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) e o Plano de Gestão da Zona Costeira (PGZC) do município, instrumentos do PNGC, têm incidência na mesma área que o Plano Diretor. Da mesma forma, o Projeto Orla, outro instrumento do gerenciamento costeiro no Brasil, tem como objetivo o planejamento participativo de áreas da união e áreas de competência do município, também já regida pelo Plano Diretor. Esta sobreposição pode levar a conflitos de competência o que, por sua vez, pode permitir o vazio administrativo. Ressalta-se, no entanto, que o instrumento, no contexto da gestão costeira no Brasil, que tem o objetivo de planejar os usos da praia é o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla”.

Quadro 1 - Competências de diferentes escalas da administração nos diferentes instrumentos de planejamento e gestão da orla marítima. Fonte: Scherer (2013)

INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO	ESCALA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA		
	GOVERNO FEDERAL	GOVERNO ESTADUAL	GOVERNO MUNICIPAL
Plano Diretor Municipal			X
ZEEC / PGZC Municipal		X	X
Projeto Orla	X	X	X

Mesmo com sua criação há 25 anos, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro ainda não se solidificou como um mecanismo eficaz de gestão participativa, gerenciamento dos recursos naturais e dos espaços criados (antropizados), e nem como articulador das várias políticas públicas na área de atuação da zona costeira. Contudo esse plano tem sido utilizado de forma significativa como suporte às análises de licenciamento ambiental, de EIA -

estudos de impacto ambiental, elaboração e revisão de Planos Diretores Municipais, como também na orientação das diretrizes e regras gerais nas intervenções humanas as quais essa zona passa em sua “evolução”.

O Projeto Orla, além dos objetivos já citados, tem como meta cognitiva: estimular a produção de documentos técnico-científicos, discussões sobre os problemas ambientais na zona costeira, fomentar parcerias entre o poder público, instituições de ensino e pesquisa e o setor privado, na busca da sustentabilidade ambiental da orla marítima, em escala nacional e local. Em decorrência dessa falta de “massa crítica” observam-se aplicações desastrosas de erário público em intervenções de obras de engenharia urbana e costeira, as quais, muitas vezes, são efetivas do ponto de vista imediatista/emergencial, mas se tornam ineficientes em longo prazo. Esse tipo de “investimento” muitas vezes deixa uma herança que demanda outros investimentos que perduram por décadas e décadas.

3.2 Mapeamento geoambiental

A etimologia da palavra cartografia advém do grego *graphein* e do latim *charta*, as quais significam respectivamente: descrever e papel, demonstrando uma relação estreita com demonstração gráfica de determinada informação. Dependendo da abordagem e do grau de profundidade ela pode ser uma tarefa simplória ou extremamente complexa.

Segundo Cruz & Menezes (2009), a correta utilização e interpretação dos mapas e cartas é um aspecto bastante desconsiderado por seus usuários, dado que a grande maioria deles utiliza-os sem os conhecimentos cartográficos adequados para obtenção de um aproveitamento condizente com a quantidade de informações contidas no documento. No entanto, a esse mesmo usuário cabe uma boa parcela do sucesso de um documento cartográfico, pois a divulgação e a utilização dos documentos são equiparadas a um livro. Um documento escrito sem leitores pode perder inteiramente a finalidade de sua existência; um mapa mal lido ou mal interpretado pode induzir a informações erradas sobre os temas apresentados.

De acordo com o Glossário Técnico da ABGE o Mapa Geoambiental pode ser definido como: “documento cartográfico representativo de características físico-ambientais de uma determinada área ou região geográfica, produzido em face de potenciais ou reais interferências humanas, contemplando o resultado de aquisição e interpretação de dados e informações acerca da ocorrência e distribuição espacial de aspectos e parâmetros de geologia de engenharia, mecânica dos solos, mecânica das rochas, geomorfologia e pedologia, além de outros do meio biótico e socioeconômico”.

Para Vedovello (2004), "A cartografia geoambiental pode ser entendida de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos, impactos e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico". Utilizando com isso a conexão de elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua representação.

Segundo Prandini *et al* (1995), as cartas geotécnicas tentam expressar na prática o conhecimento geológico e oceanográfico direcionando a sua aplicabilidade na solução dos conflitos causados pelo uso e ocupação do solo, orientando medidas preventivas e corretivas para minimizar riscos e danos ambientais e também aqueles riscos aos próprios empreendimentos.

Silva e Dantas (2010), destacam que por se tratar de um produto multi e interdisciplinar, de difícil padronização, diversos nomes são encontrados na literatura para mapas com estudos do meio físico, como por exemplo: Mapa de Ordenamento do Território, Mapa de Recursos Naturais, Mapa de Zoneamento Geoambiental, Diagnóstico Geoambiental, Avaliação Geoambiental, Mapa Geológico-Ambiental, Mapa Geocientífico, Mapa Geoambiental, Mapa Geotécnico, ou de Engenharia para Ordenamento e, mais recentemente, Mapa de Geodiversidade.

Os mapas geoambientais se distinguem da cartografia tradicional devido às características multi e transdisciplinar as quais esse tipo de mapa apresenta. Por possuir uma linguagem mais didática essa representação gráfica se torna

mais interessante e acessível a outros profissionais que necessitam ter uma visão sistêmica do meio físico (geodiversidade) de uma determinada região. Uma de suas finalidades é apontar as possíveis limitações e potencialidades no tocante a uso e ocupação do solo, nele é corroborado diversos dados e temas como, por exemplo: geologia, geomorfologia, pedologia, agricultura, mineração, aspectos climatológicos, hídricos, urbanísticos, dentre outros, sendo utilizado largamente no apoio a gestão ambiental, planejamento e ordenamento territorial. Isso ratifica que o conhecimento geológico, através do uso das técnicas de mapeamento geoambiental é uma ferramenta imprescindível na tomada de decisões no que diz respeito a políticas públicas nas diversas esferas da administração pública.

Desde o século passado observa-se inúmeros trabalhos científicos, técnicos e de intervenções urbanísticas utilizando como suporte a geologia ambiental. Estes apresentam como diretrizes básicas a diagnose do meio físico, sendo que a partir dessa análise se determina, mesmo que empiricamente, a aplicabilidade do uso e ocupação do solo para diversas atividades humanas, como: agropecuária, ocupação humana e áreas de preservação, além de suas possíveis restrições. Toda essa análise tem como objetivo a prevenção de desastres, prejuízos sociais e econômicos, buscando a redução dos impactos ambientais com o intuito de não permitir a evolução destes para o dano ambiental, tornando-se, assim, mais difícil a recuperação. Se devidamente antecipadas e estudadas, essas “surpresas” ou “fatalidades geológicas”, como tratadas corriqueiramente, poderiam ser previstas e muitas vezes evitadas (Diniz *et al.*, 2005).

É nesse cenário que a geologia pode fornecer elementos preditivos para evitar problemas decorrentes da relação entre o homem e a superfície terrestre. A busca pela sustentabilidade e de práticas mais coerentes para com a utilização dos recursos naturais é um anseio desse campo das geociências.

De uma forma geral estas características são obtidas de forma bastante variada, sendo em função da metodologia utilizada, da escala de trabalho ou mesmo dos objetivos da aplicação. A elaboração dos mapas geoambientais

baseia-se na análise e interpretação de imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de vegetação, visando identificar e delimitar unidades geoambientais homogêneas, as quais refletem uma mesma resposta ambiental à ação antrópica. Com base nessas características, são analisadas as potencialidades e fragilidades de cada unidade e recomendadas às restrições de uso e ocupação de solo. Trentin (2005) salienta que o processo de mapeamento geoambiental tem como rotina fundamental a divisão da área em unidades, de acordo com a variação de seus atributos. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos atributos e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

Para alcançar os objetivos, utilizam-se dois procedimentos metodológicos básicos no tratamento dos elementos diagnosticados (Quadro 2), são eles: **a análise integrada ou sintética** (interpretação do terreno analisado) e **a análise multitemática ou analítica** (interpretação individualizada dos temas observados, com o objetivo de integração em um segundo momento).

Quadro 2 - Tipos de metodologias. Fonte: Silva e Dantas (2010)

ANALÍTICA	SINTÉTICA
Elaboração de mapas temáticos	Elaboração de mapas de unidades homogêneas
Avaliação de elementos em mapas temáticos	Avaliação das unidades homólogas por foto-análise
Análise multitemática, com enfoque geossistêmico	Análise sintética, com ênfase na informação geológica
Elaboração de mapas de Unidades de Paisagem	Elaboração de mapas de Geodiversidade

A **análise integrada ou sintética** é fundamentada qualitativamente através da análise e identificação dos padrões de fisionomia do terreno ou da paisagem (geoformas). Essas feições são resultantes dos processos naturais que atuam na superfície terrestre, a partir daí são obtidas as unidades de terreno (UT), que são delimitadas através da utilização de técnicas de fotointerpretação para a aplicação em dados de sensoriamento remoto. Essa análise tem como objetivo o reconhecimento e identificação das unidades

homogêneas na área em análise de acordo com a escala de trabalho e com o objetivo proposto no mapeamento.

A partir de 1994, a CPRM começou a utilizar a metodologia sintética de mapeamento geoambiental, aplicando-a a bacias hidrográficas e regiões metropolitanas, seguindo o método desenvolvido por Theodorovicz (1994), na escala 1:100.000. Este é uma adaptação do método lógico de análise do sistema de relevo e drenagem (através da fotointerpretação) proposto por Guy (1966) e Riverau (1972), sistematizado por Soares & Fiori (1976), o qual caracteriza qualitativamente os diferentes aspectos do meio físico como a geomorfologia, geologia e pedologia, os quais serão espacializados em unidades classificadas e subdivididas em domínios, subdomínios e zonas homólogas (geoambientais), com o objetivo de subsidiar diretrizes para planejamento sustentável das várias formas de uso e ocupação do território.

Nesse contexto, Vedovello & Mattos (1998), afirmam que este é um exemplo concreto de como a abordagem integrada é mais vantajosa que a multitemática, em termos de: custo, tempo e aplicabilidade, pois o produto final desse mapeamento é um único mapa, onde os elementos ambientais (relevo, solo, geologia, vegetação, etc.) são analisados integralmente e individualizados em unidades únicas, facilitando o planejamento territorial.

Após essa análise qualitativa na identificação de todo o contexto geoambiental analisado conforme citado anteriormente, é imperativo a etapa das incursões de campo, os quais são utilizados na verificação da confiabilidade dos resultados obtidos na fotointerpretação, podendo indicar ou não um possível ajuste da mesma. Durante esta etapa são confirmados, na área de estudo, os relevos, litologias, substratos rochosos, sistemas hidrográficos, dentre outros. A Figura 7 abaixo demonstra um mapeamento geoambiental baseado na razão das variações geológicas e geomorfológicas.

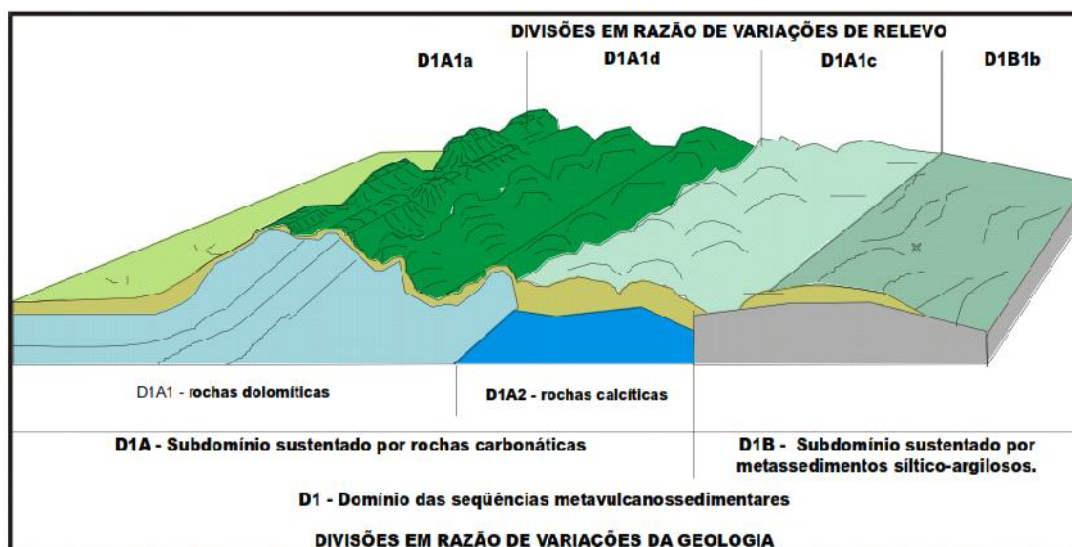


Figura 7 - Domínio e Subdomínios Geoambientais (Theodorovicz (1994) apud Silva e Dantas, 2010).

Na **análise multitemática ou analítica**, os contextos temáticos analisados são individualizados e trabalhados de forma segregada, para a integração em um segundo momento, de acordo com os objetivos específicos do mapeamento. Ele é sistematizado e hierarquizado com níveis de importância relativo a cada fator atribuído (peso) a uma escala pré-definida, até se chegar a um mapa de síntese final.

De uma maneira geral esse método é aplicado através da combinação e sobreposição dos mapas que compõe o meio em estudo, sendo essa manipulação de dados sistematizados com o auxílio de informações Geoprocessadas, SIG's e de Sensoriamento Remoto somados a outros critérios adicionais como: sociais, físicos, biológicos, demonstrando o caráter inovador desse tipo de ferramenta. Esse tipo de metodologia parte do princípio que a paisagem é resultante dos múltiplos fatores que constituem o meio ambiente.

Atualmente na elaboração de mapas temáticos, como por exemplo, os geoambientais, o uso de informações georreferenciadas é quase que uma regra básica. Essa ferramenta interage com as técnicas clássicas de cartografia geotécnica, além de possibilitar a interface com outras tecnologias gráficas contemporâneas, como exemplo os Sistemas de Informações Geográficas – SIG.

Couwen (1988) versa que SIG é um suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas e problemas, enquanto Beltrame (1994) conceitua que essa base de informação espacial, são programas de computador destinados à integração de diferentes dados temáticos de uma mesma área de estudo e visam aprimorar processos decisórios de cunho espacial, atualizados e confiáveis.

Portanto podemos deduzir que as principais aplicações desse tipo de análise multitemática consistem em inserir e integrar, em uma única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, dando a possibilidade ao usuário de combinar e manipular essas informações através dos algoritmos de forma a simular (modelar) situações fornecendo com isso subsídios a elaboração de políticas públicas sustentáveis.

Em análise a esse método analítico, Vedovello & Mattos (1998) fizeram algumas considerações e restrições. Segundo os autores, nessa abordagem há uma multiplicidade de produtos gerados e conseqüentemente, inúmeras concepções acerca de cada tema cartográfico elaborado (mapa geológico, mapa geomorfológico, etc.). Com isso, além de ocasionar perda do todo na visualização, também contribui para a geração de limites abstratos no espaço, o que resulta seu entendimento por planejadores e gestores ambientais. Depende do usuário e do grau de conhecimento do mesmo sobre o que está analisando.

Deste modo nesse trabalho optamos por desenvolver inicialmente a análise sintética, a fim de integrar informações qualitativas para posteriormente em trabalhos futuros, caso necessário, realizar a abordagem analítica de forma mais quantitativa.

No planejamento urbanístico, essa técnica pode e deve ser utilizada na elaboração de planos diretores, auxílio em zoneamentos e ordenamento territoriais/ambientais, servindo como instrumento de orientação quanto à adequação e/ou restrição à ocupação de áreas, ou em situações onde já está instalado o processo de ocupação humana desordenada. Nesse caso, esse

mapeamento norteia os gestores no gerenciamento dos riscos e perigos através do diagnóstico das condições locais o que permite a priorização de medidas e o planejamento das ações, com vista à antecipação e prevenção de possíveis catástrofes sociais e danos ambientais e econômicos.

3.3 Zonas de risco - zoneamento geoambiental

A busca pelo desenvolvimento harmônico entre as atividades antrópicas e o meio natural, com o uso equilibrado dos recursos, é a base para o planejamento urbano sustentável. Esse planejamento deve considerar os limites físicos quanto ao seu uso e procurar compatibilizá-lo com desenvolvimento urbano, considerando a existência de locais que estejam sujeitos a perigos naturais ou induzidos pela possível ocupação.

O perigo natural é, provavelmente, o mais conhecido e temido pela sociedade, devido a sua imprevisibilidade e falta de controle, esses estão associados a fenômenos climáticos e da geodinâmica interna e externa da terra, podendo ser de baixa a alta magnitude dependendo de sua intensidade, localização e tempo em que ocorrem, mas seus danos podem ser minimizados se forem adotadas medidas de planejamento, prevenção e contingência. Nesse contexto, um fenômeno geológico pode ter como decorrência um acidente, quando resulta em danos sociais e consequentemente econômicos, ou simplesmente ser classificado como um evento quando seus resultados não são relacionados a ele. Como cita Cerri & Amaral (1998) "A suscetibilidade de uma área a um determinado fenômeno geológico corresponde à possibilidade de sua ocorrência como um evento sem danos, enquanto risco está relacionado à possibilidade de que a ocorrência do fenômeno tenha consequências sociais e econômicas". Esses acidentes geológicos quando ocorrem em áreas urbanas são conceituados como desastres naturais.

Para Thouret (2007), os riscos naturais e suas consequentes catástrofes, nos países em desenvolvimento, estão principalmente correlacionados à urbanização acelerada e não controlada, à degradação ambiental, à fragilidade da capacidade de resposta e à pobreza. Essa falta de prognóstico só dá

principalmente pelo desrespeito ao tripé da gestão de risco, que é proteção, previsão e prevenção.

Atualmente, os conceitos dos termos “risco” e “perigo” têm sido cada vez mais difundidos, sendo objeto de debates na comunidade científica, no meio governamental bem como na comunidade civil. Segundo a definição de risco da UN-ISDR (2004), risco é a probabilidade de consequências prejudiciais, ou danos esperados (mortes, ferimentos a pessoas, prejuízos econômicos etc.) resultantes da interação entre perigos naturais ou induzidos pela ação humana e as condições de vulnerabilidade. Já os perigos são geralmente associados com base na sua origem, sendo classificados em naturais e tecnológicos.

Os perigos naturais, são divididos em três grandes categorias, conforme Quadro 3 abaixo:

Quadro 3 - Classificação de Perigo. /Fonte: Tominaga (2012), baseado em UN-ISDR (2004).

PERIGO (HAZARD)	
Um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danoso, o qual pode causar perda de vidas ou ferimentos a pessoa, danos à propriedades, rupturas sócio econômicos ou degradação ambiental.	
PERIGOS NATURAIS (NATURAL HAZARDS)	
Processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera e que podem constituir-se em um evento danoso. Os perigos naturais podem ser classificados quanto à origem em: geológico, hidrometeorológico e biológico.	
ORIGEM	EXEMPLOS DE FENÔMENOS
Perigos geológicos: Processos ou fenômenos naturais que podem ser de origem endógena ou exógena.	<ul style="list-style-type: none"> • Terremotos, tsunamis; • Atividade e emissões vulcânicas; • Movimentos de massa, escorregamentos, queda de blocos rochosos, liquefação; • Colapso superficial, atividade de falha geológica.
Perigos hidrometeorológicos: Processos ou fenômenos naturais de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.	<ul style="list-style-type: none"> • Inundações/enchentes, corridas de lama/detritos; • Ciclones tropicais, tempestades marinhas, ventanias, chuvas de tempestades, nevasca, relâmpagos; • Secas, desertificação, fogo, temperaturas extremas, tempestade de areias; • Permafrost, avalanches de neve.
Perigo biológico: Processo de origem biológica ou aqueles transmitidos por vetores biológicos, incluindo exposição aos microorganismos patogênicos, tóxicos e substâncias bioativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Eclosão de doenças epidêmicas, contágios de plantas ou de animais e de infestações extensivas.
PERIGO TECNOLÓGICO (TECHNOLOGICAL HAZARDS)	
Perigo associado com acidentes tecnológicos ou industriais, rompimento de infraestrutura ou atividades humanas que podem causar perda de vidas ou ferimentos a pessoa, danos à propriedades, rupturas sócio econômicos ou degradação ambiental. Exemplos: poluição industrial, radioatividade, resíduo tóxico, queda de barragens, acidentes industriais, etc.	

Na formulação do risco existem dois elementos fundamentais: o **perigo** e a **vulnerabilidade**. Segundo Tominaga (2012), o perigo refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo especificado. Enquanto que vulnerabilidade é definido como um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos

perigos. A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais.

O risco é um perigo calculável, pois um processo potencialmente perigoso torna-se um risco para a população afetada a partir do momento em que sua ocorrência passa a ser previsível, seja por emitir sinais prévios ou pela repetição, permitindo estabelecer uma frequência. Desta forma, a estatística tem um papel importante na definição do risco (Veyret, 2007).

Em várias partes do mundo observa-se um aumento acelerado no processo de urbanização, esse fenômeno levou ao crescimento de cidades sem um ordenamento técnico compatível com as condições físicas desses locais ocupados. O resultado dessa desconsideração é uma série de impactos geoambientais que podem evoluir para o que conhecemos como acidentes geológicos urbanos, esses trazem como consequências prejuízos sociais, econômicos ou ambientais e até mesmo a perda de vidas humanas. A ocorrência desse tipo de acidente está intimamente relacionado com a ocupação em ambientes impróprios, o que conhecemos como áreas de “risco”, muitas vezes relacionada com o total desconhecimento das características geológicas do local. Os principais eventos observados no Brasil são derivados da dinâmica externa da Terra, segundo Montardo (2006), os principais acidentes geológicos urbanos historicamente estudados e conhecidos há décadas no Brasil são: **inundações e enchentes, afundamentos, escorregamentos, erosão, colapso de solo, poluição das águas, acidentes costeiros; erosão marinha; assoreamentos e dragagens.**

a) **Inundações e enchentes:**

As inundações e enchentes são eventos naturais que fazem parte da dinâmica fluvial. Elas são consequência de fenômenos de caráter hidrometeorológico ou hidrológico excessivos, como chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Esse evento é deflagrado quando ocorre o extravasamento das águas de um curso d'água para as áreas marginais, quando a vazão é superior à capacidade de descarga da calha. A planície de

inundação funciona como um regulador hidrológico, absorvendo o excesso de água nos períodos de intensas chuvas e cheias.

As inundações passam a se tornar um problema quando o homem se apropria de áreas de inundação natural de um rio, esse desrespeito aos limites naturais pode evoluir de danos materiais até a desastres. Esse tipo de fenômeno é associado a diversas alterações antrópicas, tais como: retirada da cobertura vegetal e impermeabilização através de obras (rodovias, calçamento ou aprisionamento dos fluxos d'água).

De acordo com Tavares & Silva (2008) este modelo de urbanização, com a ocupação das planícies de inundação e impermeabilizações ao longo das vertentes, o uso do espaço afronta a natureza. E mesmo em cidades de topografia relativamente plana, onde, teoricamente, a infiltração seria favorecida, os resultados são catastróficos (Figura 8).



Figura 8 - Ocupação urbana em áreas de inundação (Oliveira 2010 apud Murck, Skinner e Porter, 1995).

Com o estudo prévio de mapeamento e zoneamento geoambiental esses perigos podem ser antecipados e consequentemente restringidos, essas técnicas norteiam o uso e ocupação dessas áreas de risco, segregando a partir de faixas transversais a secção de escoamento (área inundável), como pode ser observado no modelo elaborado por Tucci (2009) (Figura 9).

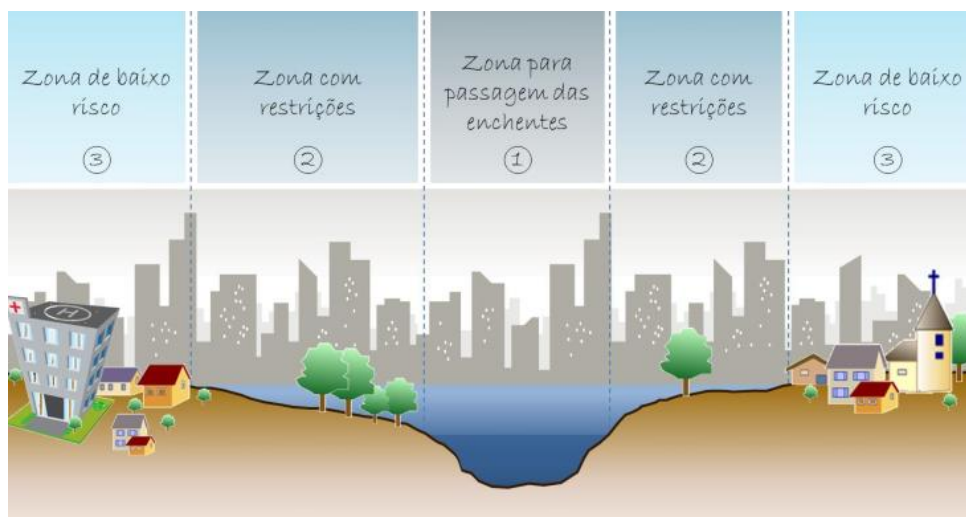


Figura 9 - Zoneamento de áreas inundáveis (Tucci, 2009).



Figura 10 - Sugestão de ocupação compatível com o zoneamento de áreas inundáveis (Silva, 2013).

Na planície de inundação é depositado sedimentos aluvionares e/ou solos hidromórficos, os quais são geralmente compostos por camada orgânica escura, argilas plásticas (moles), areias e cascalhos basais. Esses sedimentos têm um péssimo comportamento mecânico, sendo com isso problemático para intervenções de engenharia, necessitando uma observação especial no processo de planejamento e gestão urbana. Oliveira (2010) aborda sobre a qualidade dos solos em planícies de inundação, segundo esse autor "Na porção superior do perfil, constituem-se de solos extremamente compressíveis, moles, com baixa capacidade de suporte de carga, o que pode inviabilizar tecnicamente qualquer obra de engenharia sobre os mesmos (fundações,

aterros e outros). As redes de abastecimento de água e as redes de esgoto, entre outras que compõem a infraestrutura enterrada das cidades, podem sofrer rompimentos devido a fenômenos de adensamento de solo, típicos desses sedimentos de baixios. Acredita-se que grande parte das águas perdidas em vazamentos de redes de abastecimento esteja relacionada a rupturas das tubulações nas áreas de planícies de inundações. Some-se a isto a existência do nível freático raso ou aflorante, sujeito a constantes oscilações.

As alternativas para enfrentar os problemas decorrentes de inundações segundo Bombonato (1998) são as seguintes: primeiramente não ocupar as áreas de inundação; a segunda é não alterar ou alterar o menos possível as características da bacia hidrográfica; e a terceira é implantar obras de contenção de cheias, como a construção de barragens, reservatórios, diques para a proteção de áreas de alto risco de inundação, entre outras, além da adoção de medidas estruturais complementares, incluindo o desassoreamento dos rios e a ampliação de seus leitos. Essas obras de infraestrutura são extremamente onerosas para a administração pública, além de em sua maioria não serem 100% confiáveis e eficazes.

Além dos eventos naturais de inundações e enchentes, outros são de suma importância e largamente empregado em áreas urbanas, são eles: alagamentos e enxurradas. De acordo com Ministério das Cidades, o alagamento pode ser definido como o “acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial”. Já enxurrada é definida como o “escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais”.

De acordo com uma compilação de dados (quadro 4) de diversas fontes como; agências das Nações Unidas, organizações não governamentais, companhias de seguros, institutos de pesquisa e agências de notícias, e tabulada pelo banco de dados *Emergency Database - EM-DAT* (OFDA/CRED, 2009), o Brasil é classificado como um dos países do mundo mais afetados por

inundações e enchentes conforme tabela abaixo, são mais de 60 desastres cadastrados no período de 1974 a 2003.

Quadro 4 - Registros de Inundações no Brasil no período de 1940 a 2008 (*Emergency Database*, 2009).

PERÍODO	Nº DE EVENTOS	Nº DE MORTES	Nº DE AFETADOS (Desabrigados/desalojados)
2000-2008	27	776	2.466.592
1990-1999	20	386	317.793
1980-1989	23	1598	8.789.613
1970-1979	11	1142	2.902.371
1960-1969	13	1818	825.986
1950-1959	2	212	Sem Registro
1940-1949	1	200	Sem Registro

Além dos prejuízos materiais associados a esse fenômeno, outros problemas de ordem social e de saúde pública podem ser elencados, como, a proliferação de doenças de veiculação hídrica em virtude do contato da população com águas contaminadas, destacam-se: infecções intestinais, cutâneas e conjuntivais; hepatites virais, febre tifoide e cólera; leptospirose; além de doenças respiratórias crônicas como bronquite, asma, enfisema pulmonar, gripes, resfriados e pneumonia.

b) Movimentos de Massa

A estabilidade ou instabilidade de uma encosta depende da interação de um conjunto de fatores. O ângulo de repouso, ou seja, o maior ângulo de inclinação em que o material na encosta permanecerá estático, é definido principalmente pelos seguintes fatores: natureza do material na encosta, a quantidade de água infiltrada nos materiais, a inclinação da encosta e presença de vegetação. Dentre os perigos naturais o que mais causa vítimas humanas são os acidentes geológicos decorrente de movimentos de massa, esses fenômenos não ocorrem apenas pelas variáveis do meio físico, como pluviosidade, declividade e formato da encosta, orientação da vertente, características pedológicas e geológicas que são determinantes nesse tipo de processo, mas também, principalmente, pela intervenção do homem no solo e em encostas sem considerar o ambiente natural. Dentre as alterações oriundas das interferências do homem, podemos destacar a remoção de cobertura

vegetal, execução de cortes e aterros inadequados, saturação do solo por meio do lançamento e concentração de águas pluviais e servidas, vazamentos na rede de abastecimento e esgoto, presença de fossas, lançamento de lixo nas encostas e taludes e cultivo inadequado do solo, entre outros.

De acordo com Tominaga (2007), "Os movimentos de massa consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica em regiões serranas. Entretanto, o crescimento da ocupação urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres".

Para Gerscovicch (2012) as atividades antrópicas como ocupações desordenadas de encostas, desmatadas para a construção de casas, é uma das principais responsáveis pela ocorrência desses deslizamentos e a consequente morte de dezenas de pessoas anualmente. Nessa contextualização os movimentos de massa são caracterizados como um problema de ordem pública e governamental, tornando-se uma questão importante a ser compreendida e estudada.

Esses acidentes são classificados tendo como base a geometria do evento e o tipo de material deslizado e são subdivididos em quatro categorias: **rastejos, escorregamentos, corridas de massa e queda de blocos e tombamentos** (Fig.12).



Figura 11 - Tipos principais de movimentos de massa. /Fonte: Gerscovich (2012).

b.1) Rastejos

Caracteriza-se por movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude, caracterizando uma deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas. Envolvem, muitas vezes, grandes volumes de solos, sem que apresente uma diferenciação visível entre o material em movimento e o estacionário. Sua origem pode estar associada a ação da gravidade bem como aos efeitos das variações de temperatura e umidade, como consequência, esse fenômeno ocasiona o movimento vertente abaixo. Segundo Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998) a ocorrência de rastejo pode ser identificada através da observação de indícios indiretos, tais como: encurvamento de árvores, postes e cercas, fraturamento da superfície do solo e de pavimentos, além do "embarrigamento" de muros de arrimo. Eles são sinais que podem acontecer um escorregamento.

b.2) Escorregamento

Esse evento também conhecido como deslizamento é caracterizado por movimentos rápidos, bruscos, com limites laterais e profundidades bem definidas. Esses eventos acontecem em regiões elevadas como regiões serranas e montanhosas, podendo envolver solo, solo e rocha ou apenas rocha. Ocorrem com mais frequência na região sudeste do país, seu equivalente na língua inglesa é *landslide*. Em termos gerais, um escorregamento ocorre quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão de cisalhamento na superfície potencial de movimentação decresce até atingir uma unidade, no momento do escorregamento (Guidicini & Nieble, 1984). O principal agente natural responsável pelo início do evento é a chuva, mas ela é geralmente associada a desmatamentos, erosão, variações de temperatura, oscilações do nível freático e fontes (Figura 12).



Figura 12 - Escorregamento ocorrido em Barro Branco-BA (2015). Fonte: (A) Edilson Lima e (B) Marcos A. Martins / Ag. A Tarde - UOL

b.3) Corrida de Massa

Corridas de massa são movimentos gravitacionais que ocorrem de forma de escoamento rápido, tendo como elemento catalisador a água. Esse caráter hidrodinâmico ocasiona perda de atrito interno das partículas de solo, em virtude da destruição de sua estrutura interna, na presença de excesso de água (chuvas intensas). Esse evento em via de regra, é acompanhado de grandes volumes de materiais com altíssimo poder destrutivo, podendo chegar a grandes distâncias com muita rapidez, inclusive em áreas com pouca inclinação, seus movimentos assemelham-se a de uma avalanche. Um dos fatores que

podem acelerar esse processo é a ocupação desordenada das encostas, sem critérios urbanísticos adequados.



Figura 13– Deslizamento (Corrida de Massa) / Angra dos Reis – Enseada do Bananal (2010).
Fonte: (A) Fonte: Skinner & Porter (2003), (B) Portal G1 / Rio de Janeiro, (C), (D) e (E) Portal R7

b.4) Queda de Blocos e Tombamentos.

Quedas de blocos é um movimento gravitacional de massa, em queda livre ou rolamento (blocos e lascas de rocha) sem superfície de movimentação e com movimentos rápidos. Esse evento é observado em encostas íngremes, constituídas por afloramentos de rocha, com presença de blocos isolados ou

campo de matacões. O início desse processo se dá pela perda da resistência mecânica de apoio, que pode ser uma superfície rochosa ou elementos como árvores e raízes, mas também podem ocorrer devido à erosão ou por processos hidrodinâmicos, os quais lavam e escavam as camadas superficiais do solo, liberando os blocos e matacões encosta abaixo (Figura 14).

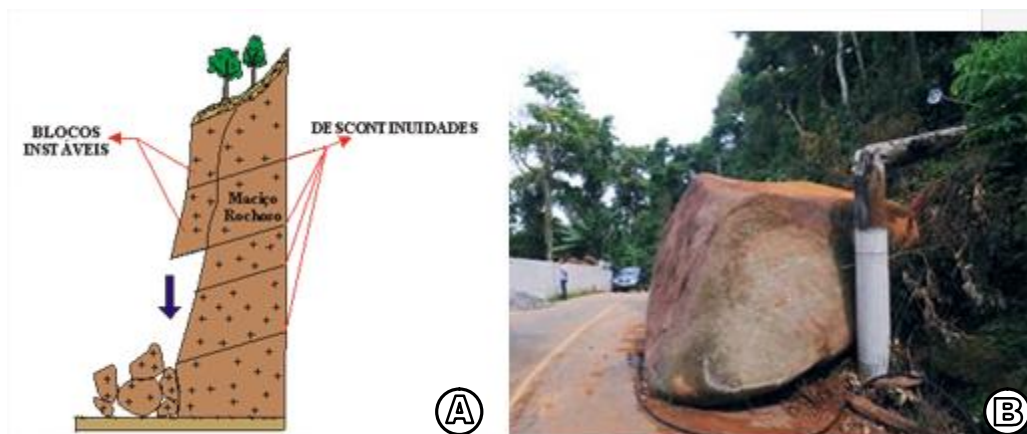


Figura 14 - (A) Queda de Blocos (B) Queda de Blocos em Angra dos Reis (2010). Fonte: (A) unesp.br (B) Roosevelt Pinheiros

c) Erosão Costeira

Desde a pré-história, as praias oceânicas desempenham múltiplas funções sócio-ecológicas, destacando-se: proteção costeira natural para os ecossistemas adjacentes ou mesmo os equipamentos urbanos, contra o ataque de ondas e marés de tempestade, habitat para várias espécies animais e vegetais, recreação e lazer, esportes, turismo e atividades econômicas diretas e indiretas (Souza *et al.*, 2005; Souza, 2009a).

Os processos sedimentares que ocorrem ao longo da linha de costa, correspondentes ao desgaste, transporte e deposição de sedimentos, é o que chamamos de balanço sedimentar, sua dinâmica está relacionada à ação de ondas, marés e correntes litorâneas (Figura 15). A alteração morfológica da linha de costa pode incidir em várias escalas temporais (diárias, sazonais, decadais, seculares e milenares), podendo ocorrer de forma natural devido a fatores meteorológicos/climáticos, oceanográficos/hidrológicos, geológicos, ou induzidos ou relacionados às ações antrópicas como, por exemplo: obras de

engenharia costeiras, dragagens ou projetos engordamento artificial de praias. Quando essa alteração ocorre mar adentro é denominada **progradação**, se a alteração se der através do recuo em direção ao continente é chama de **retrogradação** ou simplesmente erosão e quando seus efeitos são irrisórios a linha de costa está em **estado de equilíbrio**.

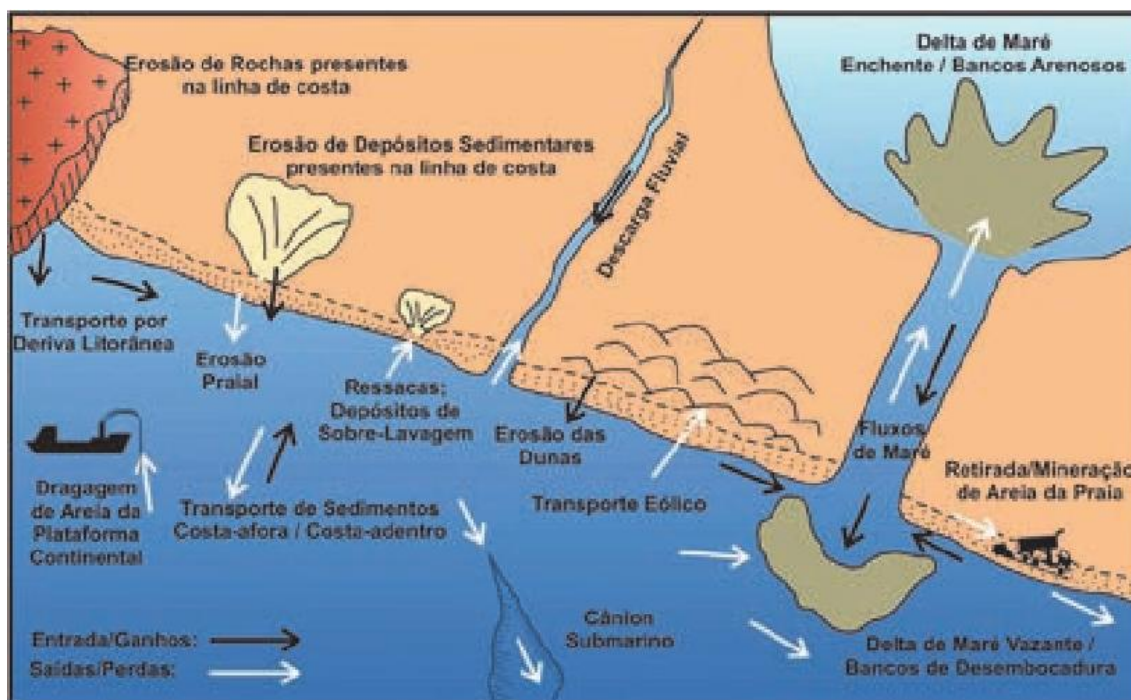


Figura 15 - Balanço Sedimentar praias. Fonte: Souza (2009a)

Em várias regiões do planeta esse fenômeno é associado a regiões mais densamente urbanizadas, o que passa a oferecer mais riscos à população quando essa ocupação se dá em locais inadequados ou vulneráveis, os quais são mais suscetíveis a dinâmica desses processos costeiros, potencializando os efeitos destrutivos da erosão, principalmente nos eventos das “ressacas” (Figura 16). Para Bird (1999), um dos principais problemas ambientais da zona costeira mundial, na atualidade, é a erosão costeira ou praias.



Figura 16 - (A) Orla de Pirambu – Av. Oceânica, (B) Edificação destruída. Fonte: Jorge Henrique (2013) / Milton Júnior (2013)

Segundo Souza (2012), as praias oceânicas constituem um conjunto de zonas denominado de sistema praial. Este perfil (Figura 17) apresenta como limite superior ou interno (no sentido do continente) a linha de vegetação permanente, ou qualquer alteração fisiográfica brusca (falésia, duna ou mesmo estruturas construídas pelo homem como muretas, muros, anteparos etc.); e como limite inferior ou externo (no mar) o nível base de ação das ondas normais, ou profundidade de fechamento da praia. Abaixo desta área está a zona de transição para a plataforma continental interna (zona de costa-afora), sendo o limite entre ambas o nível base das ondas de tempestade. Suas características físicas (granulométricas e morfológicas), e até certo ponto também as bióticas, em função de condicionantes geológicos, geomorfológicos e oceanográficos locais. As praias refletivas têm com características menor extensão e localização em regiões protegidas, com grande declividade, tamanho dos grãos maior, incidência de ondas sobre a face da praia, menor diversidade, são mais vulneráveis a poluição devido sua baixa capacidade de dispersão de contaminantes, outra particularidade é que elas dependem do aporte de nutrientes externos para a sua manutenção. Praias dissipativas caracterizam-se por serem mais expostas além de terem maior extensão na região de “quebra de onda”, com isso a energia é dissipada, devido a isso ela apresenta granulometria mais fina e possuem perfil plano e suave (baixa declividade), frequentemente associada a campos de dunas, esse tipo de topografia propicia alagamentos e processos erosivos em caso de aumento relativo do nível do mar. Por último as Praias intermediárias, as quais, tem

características mistas entre as reflexivas e dissipativas, apresentam como particularidade a presença de correntes de retorno (Figura 18). Todas as praias classificadas por serem ambientes dinâmicos podem sofrer alterações e migrarem para outra categoria de classificação. Esse tipo de mudança pode estar associado a eventos severos como tempestade, mudança no padrão de ondas, elevação do nível do mar, deriva de sedimentos.

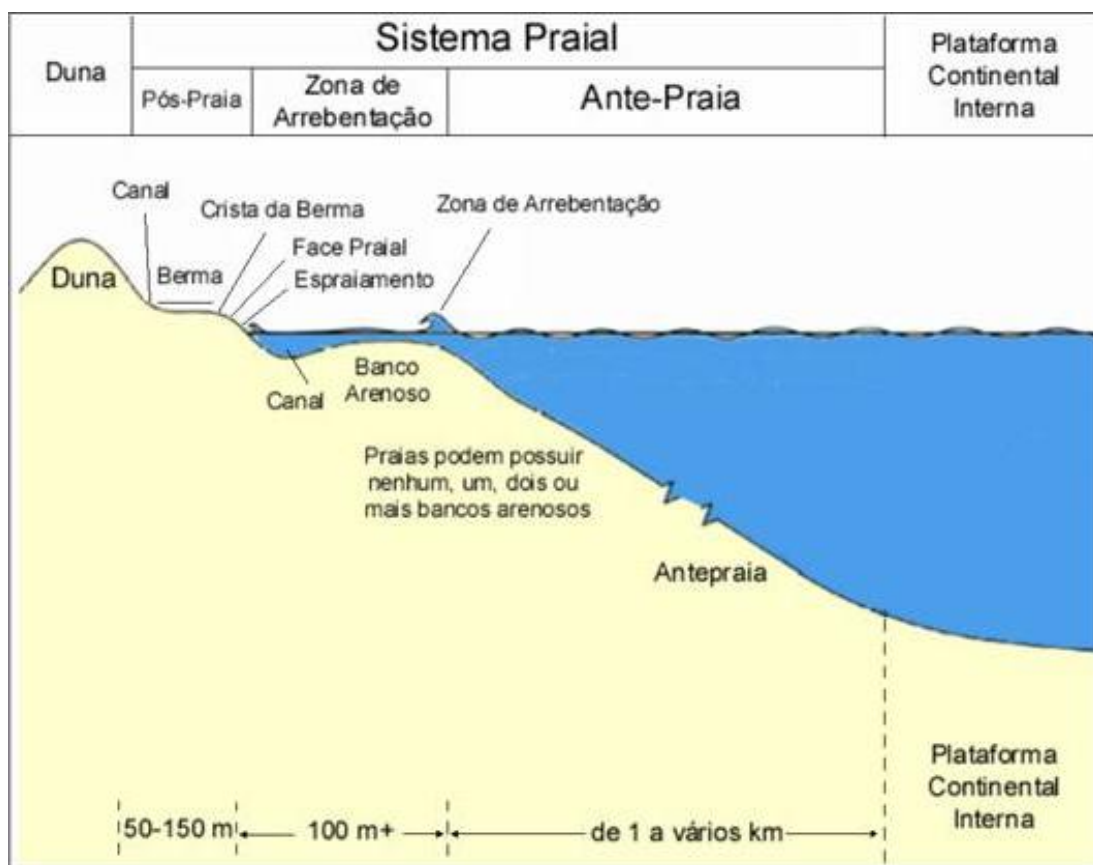


Figura 17 - Sistema Praiaal (praia.log.furg.br/praia-duna)



Figura 18 - Classificação de praias (A) Porto da Barra – BA (Refletivas), (B) Litoral de AL (Dissipativas) e (C) Litoral de PE (Intermediarias). Fonte: Dominguez (2009).

Cabe que 60% da população do mundo vivem nessa faixa de terra, que representa apenas 1,6% das terras emersas do planeta. Essa ocupação quando acontece de forma desordenada sem a previsão de estudos técnicos causam

problemas que podem ocasionar desde alterações físicas no ambiente praial como déficit no aporte sedimentar, diminuição e dispersão de dunas e diminuição da faixa do pós-praia ou até mesmo promover um total metamorfose no ambiente natural. A ocupação dessas áreas vulneráveis muitas vezes se dá pelos agentes da especulação imobiliária, que cada vez mais promovem essa ocupação mais próximo da linha de costa, muitas, por vezes se valendo do aterramento de áreas sujeitas às oscilações de nível das marés e a ação das ondas.

Esse tipo de intervenção, onde se “criam” novos espaços podem trazer consequências desastrosas, geralmente essas intervenções são fixas como: estradas, calçadões ou até mesmo edificação de grande porte, quando se interpõe na trajetória de recuo da linha de costa, como consequência o homem impõe ao ambiente natural mais uma vez “soluções” para “estabilizar” a linha de costa, obras de engenharias complexas como espigões, quebra-mares, enrocamentos, muros, dentre outros, muitas vezes essas obras são eficientes somente de forma emergencial.

Segundo Muehe (2006), praticamente metade do litoral brasileiro está ganhando novos contornos. Dos 8,5 mil quilômetros da costa, desde a foz do Rio Oiapoque (Amapá) até o Arroio Chuí (Rio Grande do Sul), cerca de 40% da linha atlântica brasileira sofre os efeitos negativos da ação da erosão ou de progradação. A costa brasileira se tornou um ambiente sujeito a mudanças na medida em que aumenta a ocupação da orla costeira.

De acordo com Souza (2009), o agravante é que, tanto em relação às praias quanto à erosão costeira, em nosso país são ainda embrionárias as diretrizes para atuação do poder público e, mais especificamente, as ações de gerenciamento costeiro no que tange ao estabelecimento de regras claras sobre certos usos das praias e restrições às intervenções antrópicas na linha de costa. Da mesma forma, as políticas de planejamento e ordenamento territorial pouco têm incorporado os conhecimentos científicos disponíveis sobre o tema, resultando, muitas vezes, no desperdício de recursos públicos com obras de engenharia costeira que acabam não cumprindo seu papel, mas acelerando a

erosão e aumentando as situações de risco e a vulnerabilidade de pessoas e bens ao processo.

d) Erosão Continental

No ambiente quando ocorre desarmonia nos processos de pedogênese é quase sempre traduzidos em impactos erosivos, esse fenômeno é constituído pela ação combinada de um conjunto de fatores que provoca a desagregação e o transporte de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rocha sobre a superfície terrestre. De acordo com Guerra *et al* (1999), "a ruptura dos agregados pode ser considerada um dos principais fatores no processo de erosão dos solos, pois é a partir dessa ruptura, que outros processos se desencadeiam no topo do solo desestabilizando-o e começando a ocorrer o processo erosivo."

O estudo dessa problemática tem como base o conhecimento da dinâmica hídrica, que pode ser proveniente de precipitações pluviométricas, dinâmicas fluviais e marinhas, e geleiras.

Desses agentes as águas pluviais merecem destaque, principalmente por proporcionar ação mecânica pelo escoamento e transporte superficial de material inconsolidado após entrar em contato com o solo, sendo agravada quando ocorrem concentrações num determinado período do ano que, normalmente na região nordeste do Brasil, corresponde aos meses de janeiro a julho. A magnitude do arrasto desses materiais passa a ser comandados por alguns fatores naturais como, por exemplo: o clima, cobertura vegetal, a geomorfologia (declividade do terreno e comprimento da encosta) e as características dos materiais (textura, estrutura do solo, a composição, espessura e os tipos e usos do solo).

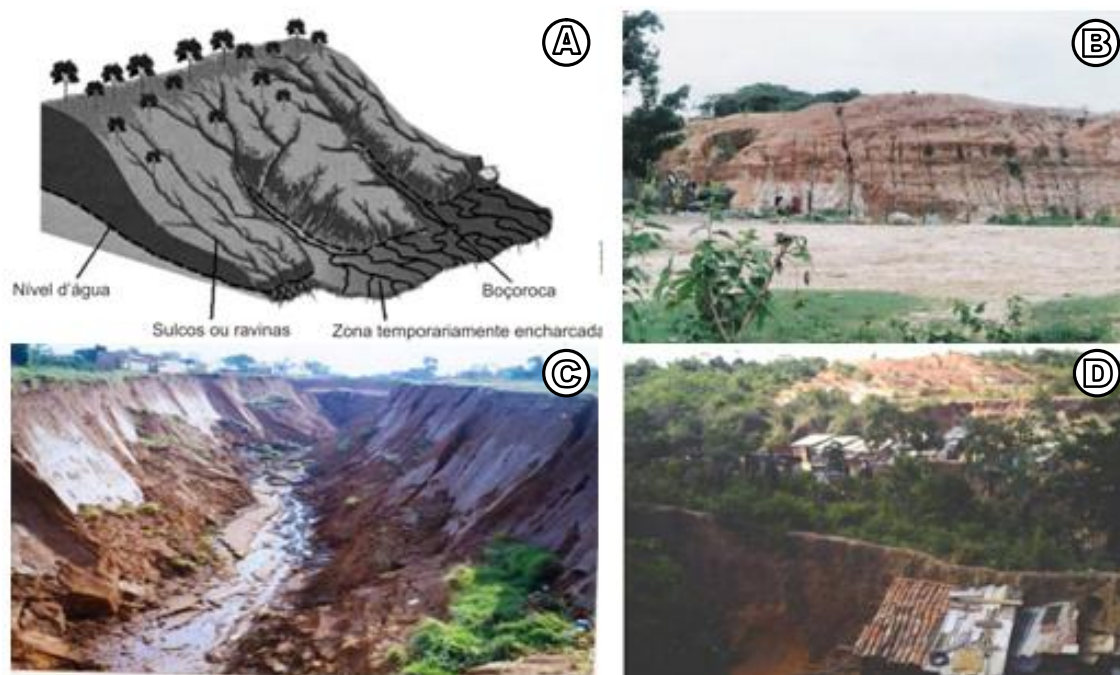


Figura 19 - (A) Figura esquemática sulco ou ravinas, (B) Ravinas Formação Barreiras Bairro Santa Maria (2003), (C) e (D) Voçoroca associadas a processos de ocupação urbana. Fonte: (A) Teixeira (2009) / (B) Nascimento (2003) / (C) Khon (2012) / (D) Santos (2010)

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra os processos erosivos, ela desempenha papel importantíssimo na manutenção da qualidade ambiental, atuando diretamente na dissipação da energia do escoamento superficial, a proteção das margens dos cursos d'água, a estabilização de encostas, a proteção de nascentes, o impedimento do assoreamento de corpos d'água e o abastecimento do lençol freático. Em encostas acentuadas, a vegetação promove a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, principalmente os cursos d'água. Dessa forma, evita ou estabiliza os processos erosivos, atua como quebra-ventos nas áreas de cultivo e impede o processo de assoreamento (Machado *et al.*, 2009).

O tipo e a densidade da cobertura vegetal têm influência direta na vulnerabilidade dos solos no tocante ao desenvolvimento de processos erosivos (Figura 20). Para Paes *et al.* (2010) "A vegetação atua como um amortecedor de energia cinética de gota da chuva, evitando o seu impacto direto sobre o solo e, conseqüentemente, o selamento superficial. Assim, permite que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os

lençóis freáticos e evitando que o escoamento superficial excessivo da água carregue partículas de solo."



Figura 20 - (A) Desestabilização de encosta por retirada da vegetação, (B) Taludes sem vegetação e (C) Taludes revestido com vegetação. Fonte: (A) Pires (2012), (B) e (C) Martins (2014).

De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (1990), o volume e a velocidade das enxurradas dependem diretamente do grau de declive da vertente. Por exemplo, se o declive do terreno aumenta quatro vezes, a velocidade do fluxo do escoamento superficial aumenta duas vezes e a capacidade erosiva quadruplica. No tocante ao comprimento, essa influência se dá devido ao aumento distância percorrida pelo fluxo, potencializada pelo acréscimo do volume de água e consequentemente o aumento da energia cinética o que resulta no aumento da erosão (Figura 21).

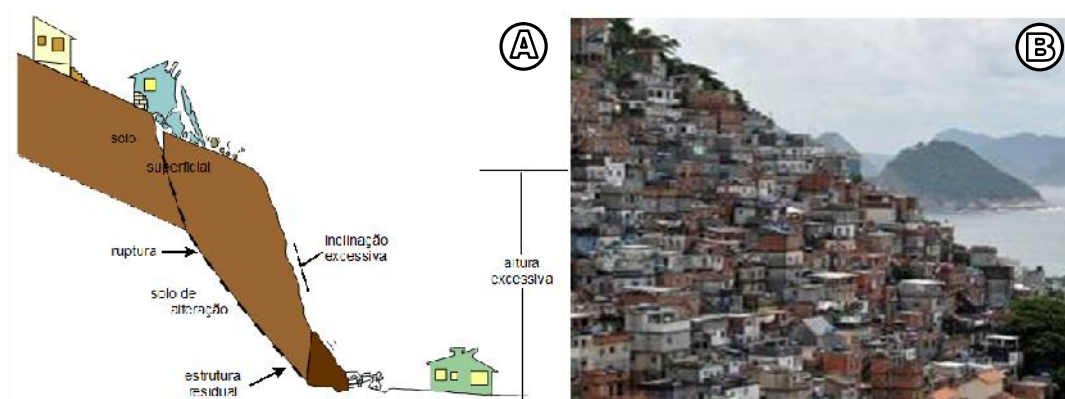


Figura 21 - (A) Habitações em altura e inclinação excessiva, (B) Habitações irregulares – morro do Santa Galo-RJ (2012). Fonte: (A) Pires (2012) e (B) Martins (2014).

Outros fatores naturais associados aos processos erosivos são as variáveis físicas do solo, principalmente textura (diferenças nas velocidades de infiltração), estrutura, permeabilidade, profundidade (permeabilidade) e densidade, e as características químicas, biológicas e mineralógicas, exercem diferentes influências na erosão, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas. A permeabilidade é um fator significativo no processo erosivo, solos com baixa permeabilidade acarretam no aumento do escoamento superficial, enquanto solos com alta permeabilidade podem apresentar efeitos prejudiciais devido a percolação demasiada, ocasionando erosão no sentido vertical, é o que conhecido como lixiviação (deslocamento das partículas menores para camadas inferiores do solo).

Na deflagração dos fenômenos erosivos, as ações humanas potencializam as mudanças do ambiente natural, assumindo o papel principal dentre os agentes que fazem parte dessa dinâmica morfogenética. Como cita Oliveira (2010), "as atividades humanas constituem o principal fator na deflagração dos processos erosivos, podendo ser citados os desmatamentos, o cultivo inadequado de terras e a urbanização com a impermeabilização do solo, a concentração de drenagem por meio do lançamento de águas pluviais e servidas, o lançamento de efluentes, a redução de percursos, a implantação de estradas e rodovias, entre outros."

Nas áreas urbanas, a erosão avança agressivamente nos setores de expansão das cidades, por meio da abertura de novos loteamentos, os quais exigem para a sua implantação, grande movimentação e exposição de solos.

Estes terrenos, sem a proteção da cobertura vegetal e das camadas superficiais do solo, tornam-se vulneráveis à ação das chuvas e do escoamento superficial das águas pluviais, propiciando a instalação da erosão acelerada. Associados aos aspectos da implantação destes empreendimentos, a escolha de locais geotecnicaamente inadequados, falta de infraestrutura urbana, traçado inadequado do sistema viário e sistemas de drenagem mal concebidos e mal executados aceleram a ocorrência dos processos erosivos (Santoro, 2000).

Segundo Bertoli (2006), quando nos preocupamos com a dimensão contextual das condições de enfrentamento destes eventos, conceitos de vulnerabilidade, resiliência e adaptação aparecem como fundamentais. Os acidentes geológicos urbanos constituem um tema cada vez mais presente no cotidiano da sociedade brasileira, independente se residem ou não em áreas de risco. A intensidade e freqüência desses eventos naturais associados a urbanização observada em várias partes do mundo, e principalmente no Brasil demonstram a falta de previsibilidade e negligenciamento de conceitos técnicos fundamentais aplicados ao planejamento urbano, como o uso da geologia e geotécnica (voltadas à caracterização do meio físico), análise das relações entre ocupação do solo e todos seus riscos associados. Essas condicionantes são fundamentais para subsidiar ações da administração pública no planejamento e racionalização do crescimento de áreas urbanizadas ou a serem ocupadas.

A delimitação das unidades a partir dos elementos analisados permite determinar áreas com diferentes aptidões, nesse contexto os estudos geoambientais como o zoneamento, vêm se destacando como instrumento estratégico fundamental para o planejamento regional, com forte vinculação ao parcelamento do solo e definições de usos, agregando reflexões acerca das fragilidades e potencialidades além de nortear as tomadas de decisão oriundas desta interação. Esse método se baseia na caracterização regional do ambiente, por meio da análise interdisciplinar das condições geológicas, climáticas, fisiográficas, biológicas, pedológicas e sócio-econômicas de uma determinada região.

De acordo com Schwab (2010), a técnica de zoneamento está entre as ferramentas mais eficazes de planejamento para reduzir riscos, ela tem a capacidade de limitar o desenvolvimento em áreas de risco a usos que não sofreriam perdas extensas quando na ocorrência de desastres, incentivando o crescimento das cidades em locais seguros. Para isso, desse ser especificada a localização, tipo, quantidade, densidade e características do desenvolvimento permitido nos distritos dos zoneamentos mapeados.

3.4 Geologia e Geomorfologia do Litoral Norte de Sergipe

O município de Pirambu, juntamente com os outros municípios do litoral norte de Sergipe, estão inseridos no contexto geotectônico da Bacia de Sergipe-Alagoas, que teve sua evolução relacionada ao evento distensivo que culminou com a ruptura do supercontinente Gondwana entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior (Campos Neto *et al.*, 2007).

Segundo o Relatório Técnico do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (2010), a geologia do litoral norte de Sergipe é composta pelo Grupo Sergipe (Formações Riachuelo e Cotinguiba), Grupo Barreiras e por Coberturas Pleistocênicas (depósitos quaternários costeiros).

Segundo Feijó (1994), a Formação Riachuelo é composta pelos membros Angico (arenitos brancos, finos a conglomeráticos), Taquari (intercalações de calcilutitos e folhelhos cinzentos) e Maruim (calcarenitos, calcirruditos oncolíticos e oolíticos de coloração creme e recifes algálicos), já a Formação Cotinguiba pode ser subdividida em membros Sapucari (calcilutitos maciços e brechóides) e Aracaju (folhelhos, margas e calcilutitos).

A deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras é relacionado diretamente com os eventos Cenozóicos de soerguimento das áreas continentais e concomitante abatimento das áreas litorâneas contíguas, ao longo da costa atlântica brasileira (ICMBio, 2010). Composicionalmente, o Grupo Barreiras se caracteriza por sedimentos terrígenos (cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila), pouco ou não consolidados, de cores variadas e estratificação irregular, normalmente indistinta.

As Coberturas Pleistocênicas encontradas na referida área são: Depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos; Depósitos de pântanos e mangues atuais; Depósitos eólicos litorâneos atuais; Depósitos eólicos continentais atuais; Terraços marinhos; Depósitos flúvio-lagunares; Terraços marinhos; Depósitos de leques aluviais coalescentes (Santos *et al.*, 1998).

Segundo Lins (2006) *apud* ICMBio (2010), as principais unidades geomorfológicas localizadas na área são: tabuleiros costeiros, dunas e cordões litorâneos, praias, terraços marinhos, planícies costeiras, várzeas e baixios pantanosos e leques aluviais coalescentes. Estas unidades serão detalhadas abaixo, acordando com o mesmo autor.

Os tabuleiros costeiros constituem uma cobertura sedimentar terrígena continental, depositada por sistemas fluviais entrelaçados associados a leques aluviais, apresentando comumente retrabalhamento eólico. Este modelado apresenta feições planas e de baixa declividade (0° a 3°), constituindo uma rede de drenagem com vales em "V" bem pronunciados, os quais frequentemente destacam-se pelas suas escarpas. Suas porções elevadas de depósitos continentais são referidas como a zona dos tabuleiros costeiros e as superfícies dissecadas do Grupo Barreiras. Quando próximos à costa, os tabuleiros formam falésias retilíneas resultantes das oscilações do nível relativo do mar, sendo estes frequentemente encontrados encobertos por dunas.

Os Leques Aluviais coalescentes são unidades encontradas na parte inferior das vertentes das falésias dos tabuleiros costeiros, sendo comum encontrar a mesma encoberta por dunas. Esta unidade apresenta certa semelhança textural com os sedimentos do Grupo Barreiras.

Os terraços marinhos caracterizam-se por depósitos de cor marrom escura que podem ser confundidos com depósitos fluviais, apresentando espessura inferior a dois metros. Como as outras unidades, também encontra-se em grande parte encoberta pelas dunas, que em geral tem coloração creme. Uma parte destes terraços foi retrabalhada pela ação eólica, enquanto outra foi fixada pela vegetação.

A unidade geomorfológica de Praia pode ser subdividida em Pós-praia e ante-praia. A ante-praia é porção que se estende a partir do nível de maré

baixa média em direção ao oceano, estando constantemente submersa. Esta sub-unidade é caracterizada por bancos de areia intercalados por calhas relativamente profundas. A Pós-praia é mais ampla, apresentando um desnível de cerca de meio metro, sendo o limite continental a parte inferior das dunas e o limite inferior o nível de maré alta média. Somente as marés mais altas atingem a pós-praia.

As planícies costeiras compõem uma unidade relativamente plana, baixa, localizada perto do mar, que se estende da foz do rio São Francisco à foz do rio Real. Esta unidade geralmente apresenta-se confinada entre o mar e as escarpas de depósitos sedimentares esculpidas no Grupo Barreiras, apresentando maior extensão no norte do estado, devido à feição deltaica da foz do rio São Francisco.

As várzeas são planícies aluviais presentes, em geral, no entorno das maiores lagoas da área, enquanto os Baixios Pantanosos são os charcos e áreas brejosas presentes na planície costeira, sendo estas áreas normalmente localizadas entre as dunas.

As dunas são formadas em locais onde a velocidade do vento e a disponibilidade de areia são adequadas para o transporte eólico. O clima é o principal responsável pela morfologia e o desenvolvimento das dunas na planície costeira. Os cordões litorâneos são arenosos, descontínuos e de extensões variáveis, sendo em alguns pontos intercalados por terrenos argilosos. Nos períodos chuvosos, formam-se nestes terrenos as lagoas temporárias e os charcos.

3.4.1 Evolução do Quaternário Costeiro de Sergipe

O litoral brasileiro tem cerca de 8500 km de extensão, sua localização nas zonas intertropicais e subtropicais determina a presença dos os mais variados tipos de sistemas costeiros como praias arenosas, falésias ígneas e sedimentares, estuários, dunas e manguezais. Essas paisagens naturais singulares possuem valor incalculável e são muitas vezes ameaçadas em sua estabilidade por intervenções antropogênicas ou por causas naturais associadas principalmente a variações relativas do nível do mar. A formação e consequentemente “manutenção” dessas feições naturais são associadas a três fatores, os quais, determinaram e determinam em várias escalas geológicas de tempo o modelado quaternário e suas alterações baseados na ação da dinâmica sedimentar atual.

As variações relativas ao nível do mar foram o elemento mais importante na evolução das planícies costeiras no Brasil, sobretudo no quaternário. Essa temática tem sido ressaltada por diversos pesquisadores dentre esses destacamos os trabalhos de Suguio e Martin (1978); Bittencourt *et al.* (1979); Martin *et al.* (1980a) e (1981b); Dominguez *et al.* (1981) e Bittencourt *et al.* (1983). Esses pesquisadores definiram um modelo básico de evolução paleogeográfica costeira do litoral brasileiro durante o Quaternário, esse modelo com algumas variações locais tem mostrado poder ser aplicado nas regiões do Estado de São Paulo, sul do Estado do Rio de Janeiro, Estado da Bahia, norte do Estado de Sergipe e sul do Estado de Alagoas, os dois últimos trechos compreendendo a zona de progradação associada à foz do Rio São Francisco.

No Estado de Sergipe, local da área de estudo, sua planície costeira conta com uma extensão de 163 km, estendendo-se entre as desembocaduras do rio São Francisco (fronteira com o estado de Alagoas), e do rio Real, (limite com o estado da Bahia), esse litoral tem como particularidade uma configuração recortada por estuários fortemente influenciados por mesomarés. São esses os rios que fazem parte dessa configuração litorânea, no sentido sul norte: rio Real, rio Vaza-Barris, rio Sergipe, rio Japarutuba e por fim o rio São Francisco. Os trabalhos de Bittencourt *et al.* (1983), desenvolveram um

esquema da evolução paleogeográfica quaternária para a costa do estado de Sergipe, eles consideraram três episódios transgressivos, denominados respectivamente de: Transgressão Mais Antiga (anterior a 120.000 anos A.P.); Penúltima Transgressão (aproximadamente 120.000 anos A.P.) e Última Transgressão (5.100 anos A.P.). Esses estudos sistematizaram seis eventos mais significativos da evolução tendo por base testemunhos encontrados na planície costeira, como segue abaixo:

- **Evento I (Figura 22- A):** Durante a Transgressão Mais Antiga, o mar erodiu a Formação Barreiras esculpindo falésias que foram recuando em consequência deste evento, até quando o mesmo atingiu o seu máximo. Ao mesmo tempo, os baixos cursos dos rios da região foram afogados, constituindo estuários.

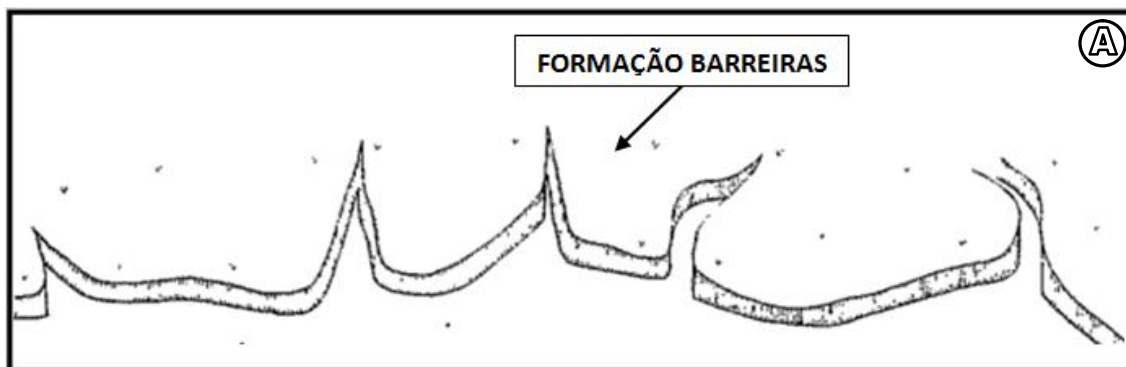


Figura 22 - A: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo da Transgressão mais Antiga). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al* (1983).

- **Evento II (Figura 23- B):** Com a regressão subsequente a Transgressão Mais Antiga, o clima tornou-se semiárido, com chuvas esparsas e violentas, propiciando a formação de depósitos arenosos do tipo leques aluviais coalescentes no sopé das falésias esculpidas durante o evento anterior na Formação Barreiras. Provavelmente nesse estágio, os ventos retrabalharam a superfície daqueles depósitos, construindo campos de dunas que localmente, provindas da planície costeira, cavalgaram a falésia da Formação Barreiras.

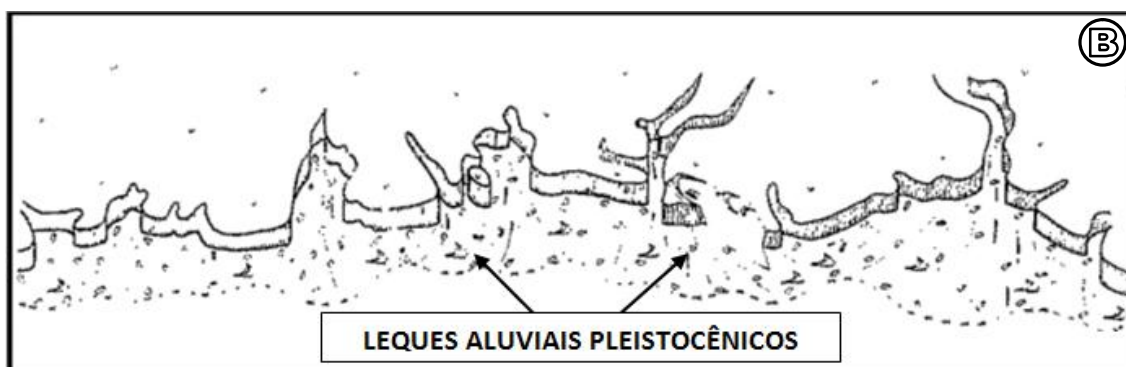


Figura 23- B: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Leques Aluviais Pleistocênicos). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al* (1983).

- **Evento III (Figura 24- C):** Corresponde ao máximo da Penúltima Transgressão (120 000 anos A.P.), durante o curso da qual o mar erodiu os depósitos de leques aluviais coalescentes formados no evento anterior, tendo permanecido só alguns testemunhos isolados dos mesmos, encostados no sopé da Formação Barreiras. Nessa época, à exceção dos locais onde restaram testemunhos dos depósitos de leques aluviais coalescentes, o mar retrabalhou a linha de falésias esculpida pela Transgressão Mais Antiga. Por fim, mais uma vez, os baixos cursos dos rios da região foram afogados, transformando-se em estuários.

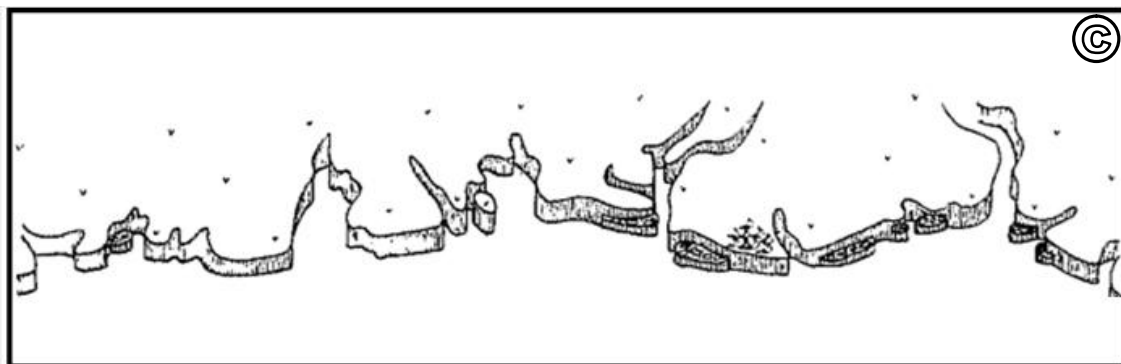


Figura 24 - C: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo de Penúltima Transgressão). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al* (1983).

- **Evento IV (Figura 25- D):** No decorrer da regressão subsequente à Penúltima Transgressão, foram construídos os terraços marinhos pleistocênicos a partir das falésias da Formação Barreiras e dos remanescentes dos depósitos de leques aluviais coalescentes, ao tempo em que se foi instalando uma rede de drenagem na superfície desses

terraços. Nessa ocasião, à semelhança dos dias atuais, provavelmente tenha-se desenvolvido uma zona de progradação associada à foz do rio São Francisco. Durante a deposição dos terraços marinhos pleistocênicos, os ventos retrabalharam parte da superfície dos mesmos, chegando localmente a construir campos de dunas.

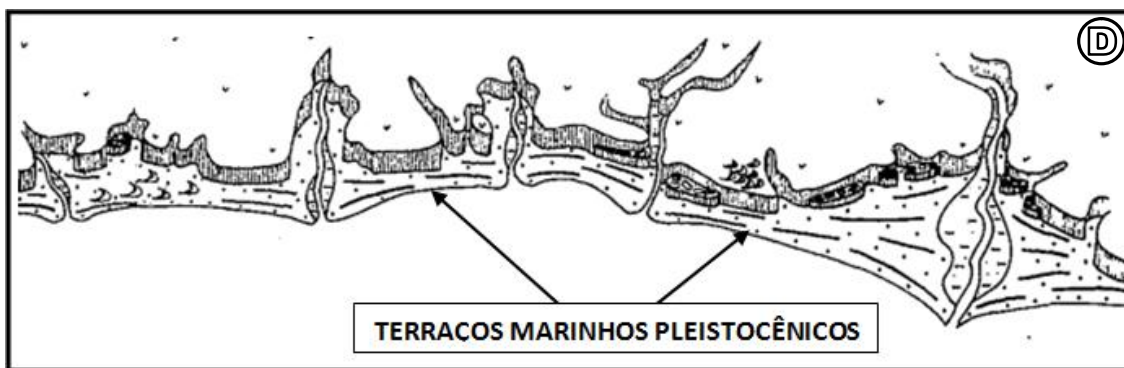


Figura 25 - D: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Planície Costeira Pleistocênica). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al* (1983).

- **Evento V (Figura 26- E):** Com a subida do nível do mar durante a Última Transgressão, com máximo atingido em torno de 5100 anos A.P., os terraços marinhos pleistocênicos foram parcialmente erodidos, tendo o mar em alguns locais chegado a retrabalhar, mais uma vez, as falésias da Formação Barreiras. Esse evento corresponde ao máximo da Última Transgressão, quando os rios da região foram pela última vez afogados e foi formada uma série de corpos lagunares na região. Essas lagunas foram construídas ou a partir do afogamento da parte inferior dos vales entalhados na Formação Barreiras e da rede de drenagem instalada nos terraços marinhos pleistocênicos durante o evento anterior, ou ainda mediante a formação de ilhas-barreiras que represaram o corpo lagunar de encontro aos restos dos terraços marinhos pleistocênicos.



Figura 26- E: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Máximo da Última Transgressão). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al*/(1983).

- **Evento VI (Figura 27- F):** O Último evento regressivo deu formas finais ao modelado da costa. Assim, durante essa fase, foram construídos os terraços marinhos holocênicos, dispostos externamente aos terraços pleistocênicos. As lagoas perderam sua comunicação com o mar, sendo colmatadas e evoluindo para pântanos, onde se formaram depósitos de turfa. Sedimentos fluviais desenvolveram-se nas partes superiores dos vales entalhados na Formação Barreiras e na zona de progradação associada à foz do rio São Francisco. Uma terceira geração de dunas, em sua quase totalidade ainda móvel, desenvolveu-se ao longo do litoral, tendo tido um grande desenvolvimento nas proximidades da foz do Rio São Francisco.

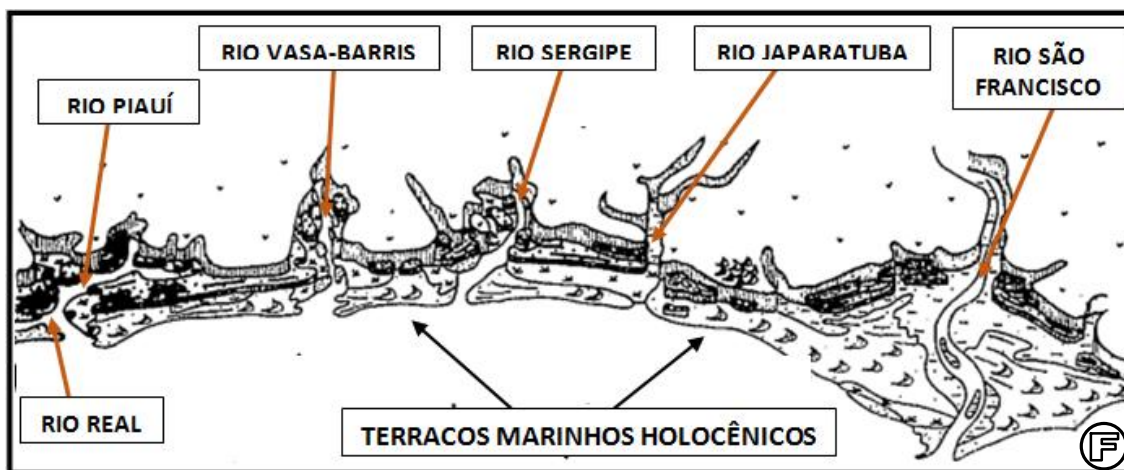


Figura 27 - F: Esquema da evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe (Planície Costeira Holocênica Atual). Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al*/(1983).

A configuração do modelado atual do litoral brasileiro é a conjunção das características geomorfológicas resultantes da herança geológica ligada a esses eventos, relativos às flutuações relativas do nível do mar, sobretudo numa escala de tempo geológica mais restrita, o Quaternário.

Atualmente, observa-se que no litoral, em alguns segmentos, vem sofrendo alterações, alternando em processos erosivos e deposicionais, mas essas mudanças têm outras causas que não as naturais (oscilação do nível marinho, alterações dos regimes de ondas e marés associados aos ciclos climáticos), são as ações humanas que atuam e alteram os mecanismos da dinâmica costeira. O reflexo dessas alterações, muitas vezes associada ao uso e ocupação do solo, são mudanças tanto no seu ecossistema marinho e costeiro com no próprio contorno do litoral, como citado no capítulo 3.3, elas tem inclusive mudado o desenho do mapa do litoral, regiões turísticas como Atafona-RJ, onde o mar “engoliu praticamente um bairro inteiro em pouco mais de 60 anos, Iparana-CE onde o mar avançou 300m em 12 anos, Recife (Praia de Boa viagem) e Maceió (praia da Ponta Verde) onde a faixa de área praticamente sumiu, já em outras regiões o continente avançou como podemos citar em Nossa Senhora do Ó- PE, avanço de 16 m ou na divisa natural do Paraná com São Paulo onde o estreito que separava esses dois estados, através do rio Paranapanema, está se “separando” do Estado de São Paulo e se continentalizando com o Estado do Paraná. Essas mudanças são perceptíveis numa escala temporal muito curta, a escala temporal humana.

3.5. Evolução da ocupação no litoral norte de Sergipe

Na visão de Fonseca *et al.* (2010) o litoral sergipano é relativamente pequeno, entretanto, apresenta cenários paisagísticos e atrativos naturais com potencial turístico. Em termos geomorfológicos, registra-se em seus ambientes físicos a presença da formação barreiras e, principalmente, da planície costeira que recebe influência direta dos estuários (do rio São Francisco, do rio Japarutuba, do rio Sergipe, do rio Vaza-Barris, do complexo Piauí-Real) e do Oceano Atlântico. Em função dessa base territorial, a maior parte do litoral

sergipano é ambientalmente frágil e por isso necessita de uma ocupação ordenada.

Como mencionado no item 3.1, a união em 1988 implementou a Lei 7.661, com o objetivo de gerenciar e ordenar a ocupação dos espaços litorâneos, a qual estabelece o PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, instrumento aplicado com a participação da União, dos Estados e dos Municípios. As principais metas desse pacto governamental são: Capacitar parceiros institucionais e sociedade dos 17 estados costeiros na metodologia do Projeto Orla; Elaborar metodologia para estudo e avaliação de vulnerabilidades na zona costeira, em escala local; Elaborar proposta para monitoramento e avaliação dos resultados do Projeto Orla e Implementar e disseminar Sistema de Modelagem Costeira, adaptado às características da costa brasileira. De acordo com esse estudo o litoral de Sergipe foi dividido em três zonas: litoral norte, centro e sul (Figura 28).

Aracaju, capital do estado de Sergipe, é geograficamente localizada no litoral centro, essa conta com uma extensão territorial de 174,053 km², e duas peculiaridades: apenas a capital do estado compõe esse litoral, além de ser a mais densamente urbanizada. De acordo com Vilar e Araújo (2010), O crescimento urbano é a principal característica deste litoral e é válido frisar que a zona de expansão de Aracaju é ambientalmente frágil e vem sofrendo metamorfoses paisagísticas acentuadas, perceptíveis numa escala temporal muito curta. A valorização dos terrenos à beira mar e a pressão imobiliária faz de Aracaju o setor litorâneo de Sergipe mais ocupado na zona de pós-praia.

O litoral norte de Sergipe objeto desse estudo é composto por 17 municípios (Barra dos Coqueiros, Pirambu, Pacatuba, Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras, Riachuelo, Maruim, Santo Amaro das Brotas, Rosário do Catete, General Maynard, Carmópolis, Japarutuba, Japoatã, Ilha das Flores, Brejo Grande, Neópolis, Santana do São Francisco) e apresenta uma superfície de aproximadamente 2.859,6 km². Dentre esses, destacamos Barra dos Coqueiros e Pirambu, por serem os municípios desse litoral mais próximo a

capital do estado, além de possuírem respectivamente, uma situação de degradação ambiental visível e vasta área natural ainda preservada.

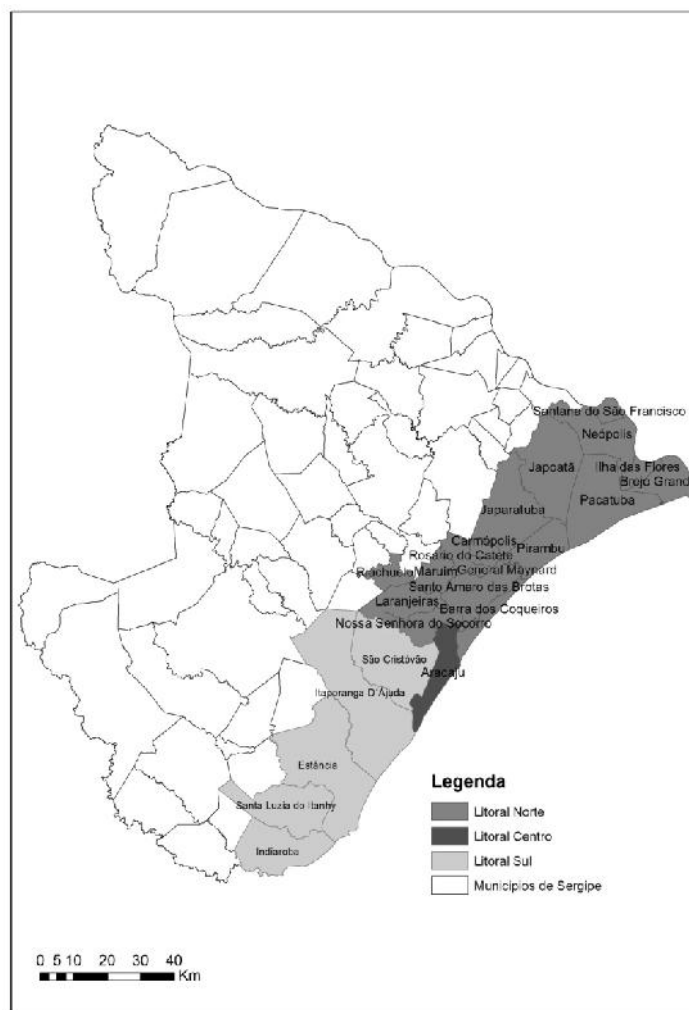


Figura 28 - Delimitação do Litoral Sergipano. Fonte: Adriano Silva (2015)

O município de Barra dos Coqueiros apresenta características físicas e ambientais frágeis, planície holocênica com terrenos com cotas relativamente baixas, solos arenosos, restingas e manguezais, devido a esses fatores ela é pouco adequado a ocupação e adensamento urbanos. Fato esse que não impediu a ocupação de forma agressiva ao meio natural, como destaca Santana e Fontes (2008) "Ao longo da orla marítima do município de Barra dos Coqueiros, observa-se a ocupação das praias e dunas que segue num ritmo acelerado em virtude das melhorias de acessibilidade para Aracaju, o que exerce uma influência considerável devido ao processo de metropolização que está incorporando alguns espaços desse município como área de expansão para assentamentos de seus moradores mais exigentes atraídos pelas belezas

cênicas vendidas pelos grandes agentes imobiliários. Por outro lado, parcelas carentes da população que não tem condições de comprar terrenos na capital devido à especulação imobiliária, estabelecem-se nas proximidades desses locais ocupando áreas de proteção ambiental, a exemplo dos manguezais”.

No município de Pirambu a situação é diferente. Esse município ainda mantém boa parte de suas características naturais em bom estado de conservação se comparado com os municípios que compõem o litoral Norte do estado. Observa-se em sua paisagem natural uma vegetação litorânea variada, sendo que nas praias predominam os coqueiros e vegetação rasteira, com campos de dunas, matas de restinga e manguezais.

Sua sede administrativa é localizada em área vulnerável da Planície Costeira, terraços marinhos pleistocênicos e dunas costeiras, à margem esquerda do rio Japaratuba. Essa região sofre influência intensa dos processos fluviais e marinhos, os quais são sujeitos a processos morfodinâmicos. Além dessas características frágeis, sua expansão urbana ainda é limitada, pelo rio Japaratuba, pelas lagoas e as dunas da Reserva Biológica Santa Isabel. De acordo com Mendonça (2012), o crescimento da cidade tem esbarrado na área da Reserva Biológica de Santa Isabel que se encontra em conurbação com o município, entrando assim em choque com os anseios e expectativas da comunidade no que se refere ao desenvolvimento econômico e urbano, já que o Projeto TAMAR tem feito um trabalho rígido de fiscalização, revoltando a comunidade que de apoiadora do Projeto passa gradativamente a opositora do mesmo.

Devido a essa proximidade com Aracaju, a área de estudo vem sendo alvo de implementação de planos de construção de infraestruturas com intervenções em seu espaço litorâneo, impulsionados, sobretudo, a partir da construção da Ponte João Alves Filho em 2007, a qual liga Aracaju ao Litoral Norte de Sergipe sobre o rio Sergipe e a presença da rodovia estadual SE-100, rodovia essa que não se encontra totalmente asfaltada. Nesse litoral ela se inicia a partir do município de Barra dos Coqueiros (trecho pavimentado com cerca de 30 km) passando pelo município de Pirambu, sendo esse trajeto paralelo a linha costa.

No dia 06 de maio do corrente ano, o Governado do Estado de Sergipe, autorizou o início das obras para ampliação, de cerca e 21 km dessa rodovia, serão asfaltados 12,7 km no lado de Pirambu e 8,3 km do lado de Pacatuba, ao final ela terá uma extensão de 46 km, a meta desse vetor viário é integrar o litoral de Sergipe a Bahia (SE 100 Sul) e Alagoas (SE 100 Norte), e consequentemente, esse a grande parte do litoral nordeste oriental.

Esses eixos indutores embora tenham rompido o “isolamento” que caracterizava nesses dois municípios litorâneos, trouxeram a reboque o aumento da dinâmica populacional, especulação imobiliária, além de vários conflitos de uso e ocupação do solo. Nessa região também foi instalado o primeiro *resort* do estado, localizado na Barra dos Coqueiros (*Star Fish*, hoje *Prodigy Beach Resort & Conventions Aracaju*), esse empreendimento não coincidentemente foi inaugurado no mesmo ano da referida ponte.

Nessa concepção, observa-se, que tais investimentos, sempre estiveram alicerçados na bandeira do crescimento e desenvolvimento econômico das regiões contempladas, mas na realidade, vemos que essas “benesses” sempre foram para poucos. O discurso em voga idealizava melhoria de vida para população local e, no entanto o que se assiste é a uma ocupação indiscriminada discriminatória na qual a população quase não é levada em conta. (Santos, 2009). Com isso percebesse nitidamente o impacto cultural, social e ambiental dessas transformações urbano-paisagísticas nesses locais, como por exemplo, a descaracterização das tradições, privatização da orla costeira, dos meios de subsistência da população residente, essas acabam na maioria das vezes deslocadas a atividades de prestadores de serviços, reféns do desenvolvimento urbano e do modelo de desenvolvimento litorâneo.

Vale ressaltar que nesse trecho de litoral, além da Reserva Biológica de Santa Izabel (REBIO), localizada a partir de Pirambu, existem mais duas particularidades: o terminal marítimo Inácio Barbosa, localizado no município de Barra dos Coqueiros e as instalações de exploração da Petrobras (Poço de Tartaruga), localizadas dentro da referida reserva, passíveis de atenção especial

em função de riscos de vazamentos que podem ocasionar a contaminação de forma generalizada nesse trecho.

Segundo Santos e Vilar (2012) O Projeto Orla impacta o território e a paisagem ao estabelecer diretrizes de ordenamento de uso e ocupação da orla, destacando a questão urbanística, a qualificação das atividades comerciais e a abertura de acessos à praia e sincronizar ações de ordenamento e monitoramento ambiental. A não observação dessas diretrizes pode ocasionar impactos ao ambiente litorâneo como, por exemplo: privatização da linha da costa, pela ocupação de bares, restaurantes ou ligadas ao fenômeno da segunda residência, essas “ocupações” alteram e destroem a paisagem natural bem como privatizam os espaços de domínio público.

De acordo com Fonseca *et al.* (2010) “Ao analisar os grandes impactos sofridos pela zona costeira sergipana, é possível afirmar que o Estado se apresenta como grande agente das mudanças paisagísticas territoriais e sociais. Com obras de engenharia, o Estado constrói, destrói e reconstrói e com isso territorializa, desterritorializa e reterritorializa nossa geografia litorânea, tornando-se um grande indutor de tendências de ocupação, gerando novas perspectivas de uso, mas quase sempre não acompanhadas da necessária preocupação ambiental”. Uma das prerrogativas do Estado é elaborar políticas públicas que possibilitem que os espaços costeiros se desenvolvam de forma sustentável através do planejamento e ordenamento territorial, com um correto emprego desses itens, esperasse que os impactos citados sejam reduzidos, minimizados ou simplesmente eliminados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

No cenário atual existem inúmeros trabalhos, os quais desenvolvem metodologias de mapeamentos no suporte ao planejamento e gestão urbano-ambiental. Todas estão voltadas à análise e ao entendimento das condicionantes naturais e antrópicas que resultam nas alterações da paisagem natural. Essas metodologias empregam o uso de Geotecnologias, como auxílio à integralização de diversas informações cartográficas que objetivam a geração

de mapas para um melhor entendimento da temática abordada, para tanto se utilizam de edição, manipulação e modelagens de dados cartográficos. Como citado no item 3.2, dois procedimentos metodológicos são largamente utilizados em mapeamentos geoambientais, são eles: a **análise integrada ou sintética** (interpretação do terreno analisado) que funciona como uma orientação geral para o planejamento, tendo como finalidade a identificação e a delimitação de áreas funcionais com base nas suas potencialidades e vulnerabilidades; e a **análise multitemática ou analítica** (interpretação individualizada dos temas), que tem como principal objetivo a análise na escala de detalhe.

No presente trabalho adotou-se a primeira forma de abordagem mencionada, tendo em vista maior compatibilidade com a dimensão da área estudada. Esse mapeamento geoambiental estará disposto na escala de 1:100.000 e constitui-se num documento básico para os estudos ambientais e de gestão territorial no município de Pirambu-SE, visto que apresenta uma visão sistemática das áreas com potencial de uso e as áreas vulneráveis à degradação ambiental.

A base metodológica utilizada nessa pesquisa está principalmente fundamentada no método geossistêmico, partindo inicialmente das contribuições teóricas de Bertrand (1971) e na análise Ecodinâmica de Tricart (1977). A segunda versa sobre as modificações do meio físico (paisagem), considerando como áreas vulneráveis aquelas onde há maior perda de solo, resultado da combinação de diferentes condicionantes ambientais (físicos, biológicos e das ações antrópicas). Nela são considerados os processos morfogenéticos e pedogenéticos, uma vez que essa perda é decorrente, geralmente, do carreamento de massa, levando consigo tudo o que estiver acima deste substrato, sejam construções, plantações, estradas dentre outros tendo como consequência diversos tipos de prejuízos. Segundo Tricart, essas categorias são divididas em 3 (três) classes em função de sua capacidade de suporte, conforme Quadro 5 abaixo:

Quadro 5 - Classificação de estabilidade de unidades de paisagem, baseado na análise Ecodinâmica de Tricart Fonte: adaptado de Tricart (1977)

CLASSES	ANÁLISE ECODINÂMICA
MEIOS ESTÁVEIS (PEDOGÊNESE)	Estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade do potencial erosivo.
	O balanço entre processos morfogenéticos e processos pedogenéticos são francamente favoráveis à pedogênese
	O recobrimento vegetal é pouco alterado pelas ações antrópicas ou há franca regeneração da cobertura secundária, que evolui para condições similares ou próximas às originais.
	Há equilíbrio entre fatores do potencial ecológico e fatores de exploração biológica.
MEIOS INTERGRADES (TRANSIÇÃO)	A dinâmica atual do ambiente é marcada pela preponderância de processos morfogenéticos ou de processos pedogenéticos, podendo favorecer uma ou outra condição: predominando a pedogênese, passa-se aos meios estáveis; preponderando a morfogênese, passa-se aos meios instáveis.
MEIOS FORTEMENTE INSTÁVEIS: (MORFOGÊNESE)	Intensa atividade do potencial erosivo e com nítidas evidências de deteriorização ambiental e da capacidade produtiva dos recursos naturais.
	Comprometimento das reservas paisagísticas.
	O balanço morfogênese x pedogênese é francamente favorável à morfogênese.
	Podem ser frequentes as rupturas do equilíbrio ecodinâmico e a manutenção do solo é amiúde comprometida.

A coleta de dados, inicialmente se deu de maneira indireta, com a pesquisa bibliográfica e documental sobre a área em estudo, bem como sobre a legislação inerente, principalmente no que se refere à delimitação da Área de Proteção Ambiental – APA e de relevante interesse ecológico. Na área de estudo existem a área de proteção ambiental litoral norte (Decreto nº 22.995 / 2004), a Reserva Biológica Santa Isabel - REBIO (Decreto nº 96.999 / 1998) e 02 (duas) Reservas Particulares do Patrimônio Natural- RPPN's, a Dona Benta e seu Caboclo e Lagoa Encantada do Morro da Lucrecia (Portarias: 71 - DOU 167/2010 e 92 - DOU 222/2011, respectivamente).

Em um segundo momento, foi iniciado a coleta dos dados em campo, para mapear e descrever as feições da área de estudo. Para o diagnóstico

geoambiental utilizou-se a metodologia desenvolvida pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), a qual consiste em elaborar um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem, obtido através da análise e interpretação de imagem de satélites, complementando com as informações temáticas pré-existentes. Essa metodologia proposta por Crepani (2001) teve de ser adaptada para a realidade da área em estudo deste trabalho. Segundo Crepani *et al.* (2001), as informações geradas por esse procedimento permitem elaborar cartas de vulnerabilidade ambiental contendo informações básicas do meio físico e do uso da terra da região estudada.

A vulnerabilidade das unidades de paisagem natural é definida pela análise integrada, onde para cada tema é aplicado uma pontuação que varia entre 1.0 (mais estáveis) e 3.0 (mais vulneráveis) conforme Quadro 6.

Quadro 6 - Classes de Vulnerabilidade Fonte: Adaptado de Crepani *et al* (1996)

GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muita Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

Desta forma, são tabulados na área de estudo, 21 valores de vulnerabilidades propostos pelo autor, e representados em escala cromática variando do azul (1.0), passando pelo verde (2.0) e finalmente chegando no vermelho (3.0), conforme quadro da Figura 29.

Como resultado, esta metodologia apresenta a vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes de cada tema avaliado: geologia, geomorfologia, vegetação, solos e clima.

Após a organização de todos os mapas de vulnerabilidade separadamente, fez-se a intercessão destes através da operação overlay no ArcGIS 10.1, procedimento que permitiu o cruzamento dos dados que foram obtidos em cada mapa de vulnerabilidade separadamente, a partir da combinação linear ponderada dos valores individuais segundo uma equação empírica (equação

01), que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade, resultando no mapa de vulnerabilidade final.

Unidades de Paisagem	Média			Grau de Vulnerabilidade	Grau de saturação			
					Verm.	Verde	Azul	Cores
U1	↓	3,0	↑	Vulnerável	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4		2,7			255	153	0	
U5	V	2,6	↑	Moderadamente Vulnerável	255	204	0	
U6	L	2,5			255	255	0	
U7	N	2,4			204	255	0	
U8	E	2,3			153	255	0	
U9	R	2,2	↓	Medianamente Estável/Vulnerável	102	255	0	
U10	A	2,1			51	255	0	
U11	B	2,0			0	255	0	
U12	I	1,9			0	255	51	
U13	L	1,8	↓	Moderadamente Estável	0	255	102	
U14	I	1,7			0	255	153	
U15	D	1,6			0	255	204	
U16	A	1,5			0	255	255	
U17	D	1,4	↓	Estável	0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19	↓	1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Figura 29 - Classes de Vulnerabilidade Fonte: Crepani *et al* (2001)

EQUAÇÃO 01:

$$\text{VULNERABILIDADE} = (G + R + S + V + C) / 5$$

Onde:

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos
V = vulnerabilidade para o tema Vegetação
C = vulnerabilidade para o tema Clima

Com o mapa síntese da vulnerabilidade ambientalmente devidamente quantificado e espacializado, será sobreposto de forma qualitativa os aspectos associados aos aspectos de perigo natural, as derivações antropogênicas observados nas incursões de campo e as áreas de APP e RPPN. Após a análise integrada das pontencialidades e limitações da área com a superposição destes, será confeccionado o mapa da proposta de sugestão de ocupação urbana, produto final dessa dissertação com suas aptidões, conforme Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Classificação das áreas quanto ao potencial urbano.

CLASSE	DEFINIÇÕES
ÁREAS PROTEGIDAS	São áreas com restrições legais a ocupação urbana (REBIO, planície Flúvio-lagunar, Flúvio-marinha, RPPN's)
ÁREAS COM RESTRIÇÕES URBANÍSTICAS	São áreas que apresentam "sensibilidades ambientais" para a ocupação urbana, necessitando da adoção de medidas adicionais para tais empreendimentos.
ÁREAS FAVORÁVEIS A URBANIZAÇÃO	São aquelas que apresentam as menores restrições, ou seja, apresentam pouca ou nenhuma restrição geoambiental.
ÁREAS COM OCUPAÇÃO CONSOLIDADA	São relativas a áreas urbanas já consolidadas estabelecidas em locais que podem oferecer riscos.

Fonte: Autor 2016

Mesmo ao aplicar esta metodologia para realização dos estudos, vale salientar que além do procedimento metodológico empregado para definir esses locais com potencialidade para fins urbanísticos, faz-se necessário considerar outros aspectos restritivos ao uso, uma vez que pode haver restrições impostas por leis municipais, estaduais ou outras complementares. No tocante ao planejamento urbano eficaz, para fins de planos diretores, outras ferramentas e outros olhares técnicos devem ser somadas a essa metodologia, compor exemplo se existe: infraestrutura de saneamento básico, mobilidade e acessibilidade aos locais propostos, tipologia arquitetônica compatíveis aos terrenos, bem como equipamentos urbanos em geral.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 Localização e acessos

O município de Pirambu está localizado na faixa litorânea, extremo leste do estado de Sergipe. Geograficamente, ele é inserido no litoral norte segundo a Lei 7.661 a qual instituiu o PNGC, estando delimitado pelas coordenadas geográficas: Latitude: 8818797, Longitude: 732584 / 734463, 8812192 (Figura 30).

Esse município tem extensão territorial de 218 Km², sendo 71 km² de área urbana e 147 km² de área rural, limitando-se a Sul com Barra dos Coqueiros, a oeste com Santo Amaro das Brotas, Carmópolis e Japaratuba, a norte com Pacatuba e Japaratuba e a leste com o Oceano Atlântico, está totalmente inserida na folha topográfica SC.24-ZB-V (JAPARATUBA), B-IV), escala 1:100.000, editada pelo MINTER/SUDENE em 1974.

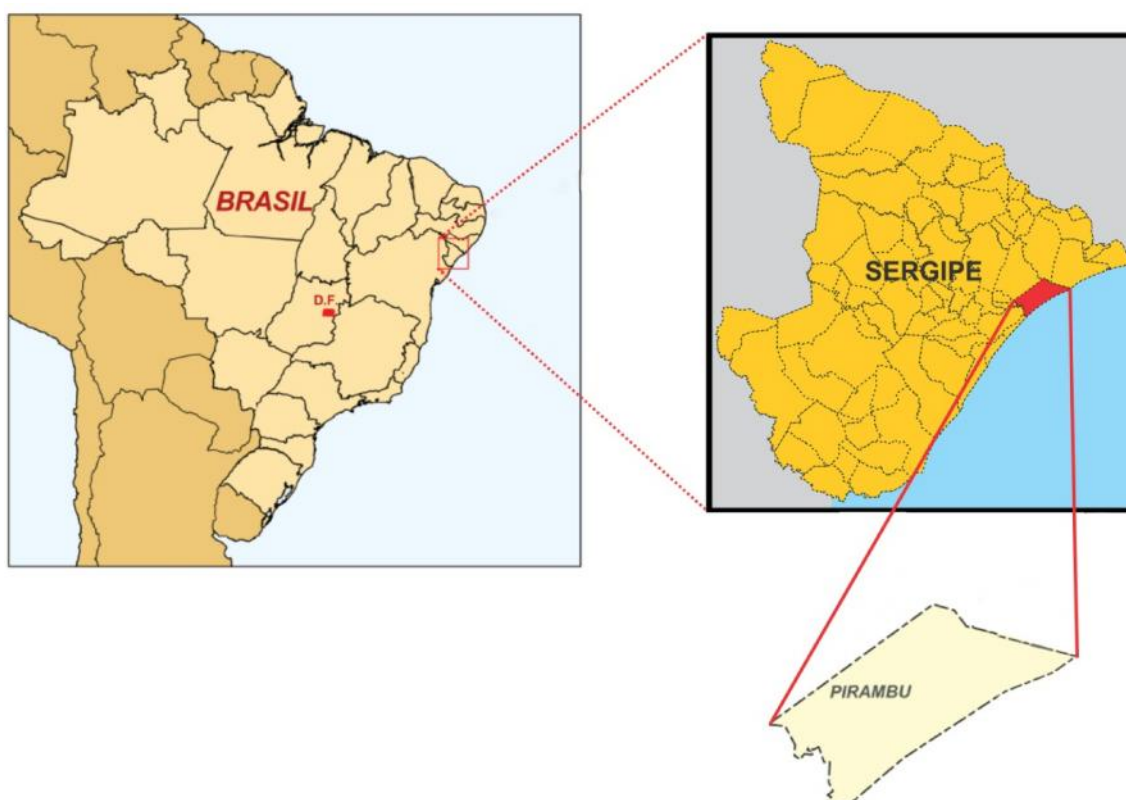


Figura 30 – Mapa de localização do município de Pirambu.

O acesso ao município, a partir da capital do estado, pode ser feito pelas rodovias pavimentadas BR-235, BR-101 e SE-440, totalizando 76 km e mais

recentemente pela rodovia SE-100 através da ponte construtor João Alves (inaugurada em 2007) sobre o rio Sergipe, essa ponte encurtou a distância, que passou a ser de 31 km (Figura 31).

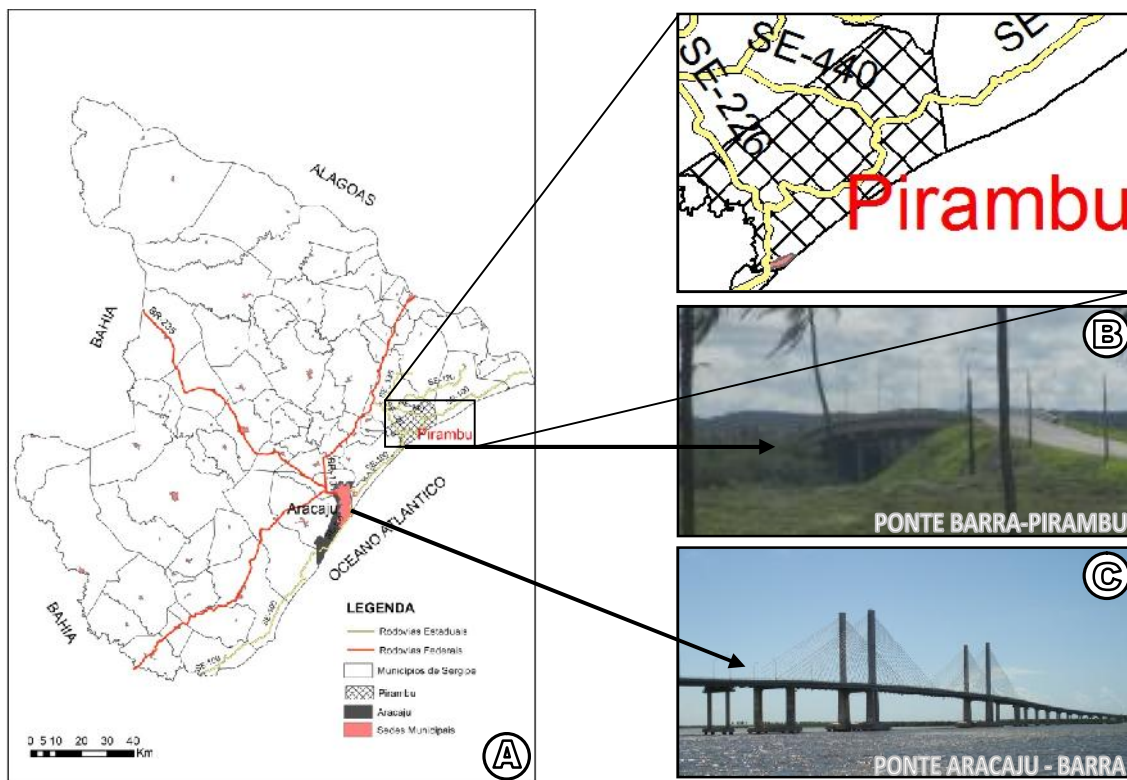


Figura 31– (a) Mapa de localização do município (b) Ponte Barra - Pirambu (c) Ponte Aracaju-Barra / Fonte: Adriano Ezequiel Silva

5.2 Aspectos climáticos, oceanográficos e hidrológicos

O conhecimento da periodicidade com que ocorrem os eventos atmosféricos e suas implicações oferece uma contribuição indispensável para as políticas de planejamento de recursos naturais e econômicos de uma região, fornecendo parâmetros para a implementação dos programas de planejamento territorial e ambiental. O município de Pirambu possui clima tropical do tipo megatérmico úmido e subúmido, temperatura média anual de 25,5°C, apresentando extremos os meses de fevereiro com temperaturas médias de 27°C e julho com temperaturas mais baixas ficando em 23,6°C. A precipitação pluviométrica média no ano é de 1.455mm e o período chuvoso se situa entre março a agosto (outono-inverno). O mês mais seco é dezembro com

precipitação média de 37 mm, sendo o mês de maio o mais úmido com média de 280 mm, conforme gráficos da Figura 32 abaixo.

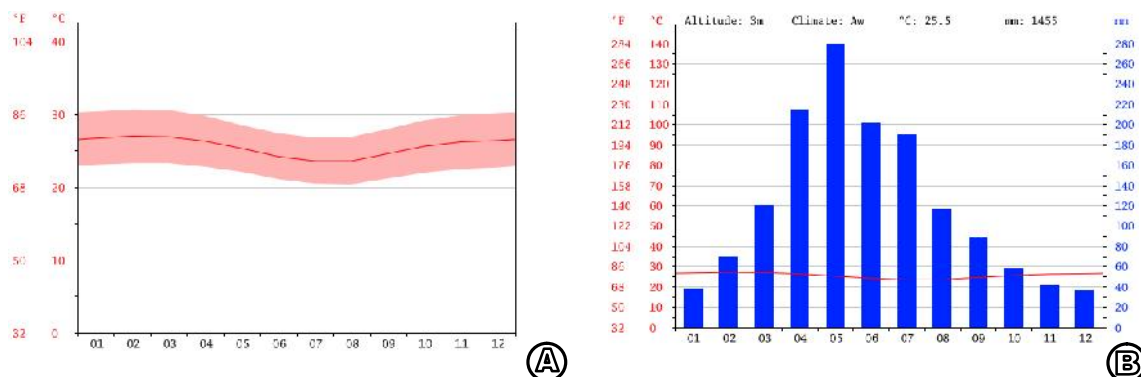


Figura 32- Gráfico A – Gráfico de temperatura do município de Pirambu - SE. / pt.climate-data.org. Gráfico B – Gráfico climático do município de Pirambu - SE. / pt.climate-data.org.

A distribuição estacional das chuvas do município de Pirambu tem como base os dados dos postos pluviométricos de Santo Amaro das Brotas (1963–2009) e Japarutuba (1917–2005), que indica marcante sazonalidade das chuvas, consideradas como de caráter frontológico, com concentração no período do outono-inverno (Fontes *et. al.*, 2012).

Em termos de aspectos oceanográficos esse município sofre influência em sua morfodinâmica costeira devido à influência das ações de ondas, marés, e correntes costeiras. Em termos da influência das marés, Fontes *et. al.* (2012), versa que a costa sergipana é caracterizada por regime de mesomarés, ondas de 2 a 4 m, e excepcionalmente as marés de tempestade, estas causando a erosão através da movimentação dos sedimentos. As marés são semi-diurnas, com amplitudes e período médio de 12,4 horas (baixamar e preamar).

Em termos de aspectos hidrológicos o município está inserido na bacia hidrográfica do rio Japarutuba e parcialmente na bacia do rio São Francisco. A bacia do rio Japarutuba tem aproximadamente 98,7 km de extensão, sendo a menor bacia do estado de Sergipe, o rio que dá nome a bacia é a principal drenagem do município, ele nasce na Serra da Boa Vista (189,3 m de altitude), na divisa entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso, e deságua no Oceano Atlântico, entre esse município e o de Barra dos Coqueiros. Essa bacia possui uma área geográfica de 1.735 km², equivalentes a cerca de 7,65% do

território estadual, sendo totalmente contida pelos limites deste, é dividida em três sub-bacias: a do rio Japarutuba; a do Japarutuba-Mirim (afluente da margem esquerda) e a do rio Siriri (afluente da margem direita) (Figura 33). Nessa bacia, 33,2% da área apresentam um relevo plano e 30,5% têm relevo suave ondulado. O relevo considerado ondulado abrange 35,3% da área da bacia, sendo 24,2% de relevo normalmente ondulado e 11,1% com o relevo forte ondulado. Apenas 0,8% da área apresenta relevo entre montanhoso e forte montanhoso (CPRM 2013) (Figura 34).

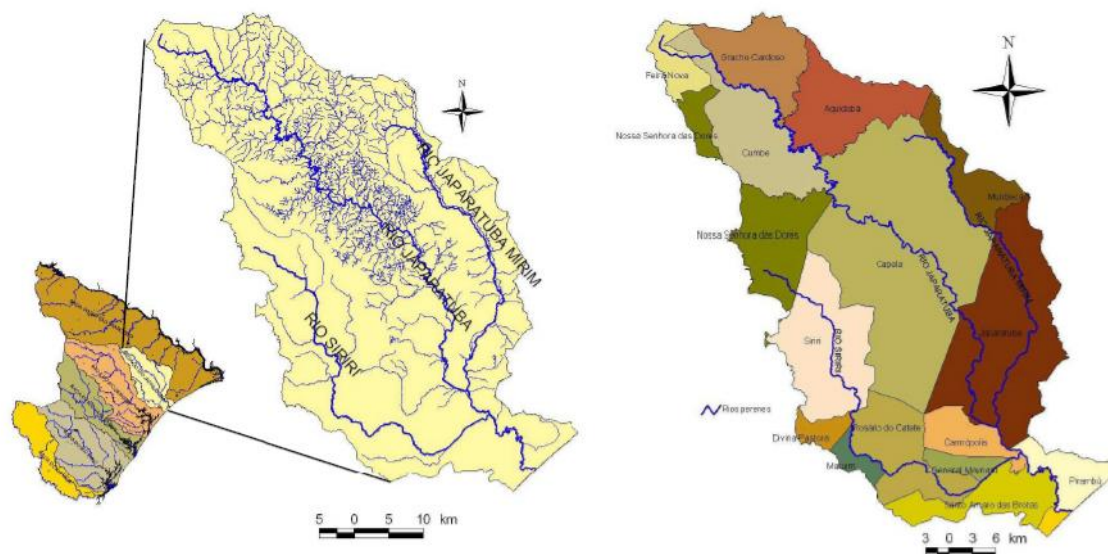


Figura 33– Mapa da bacia do rio Japarutuba/ SEPLANTEC (2004)

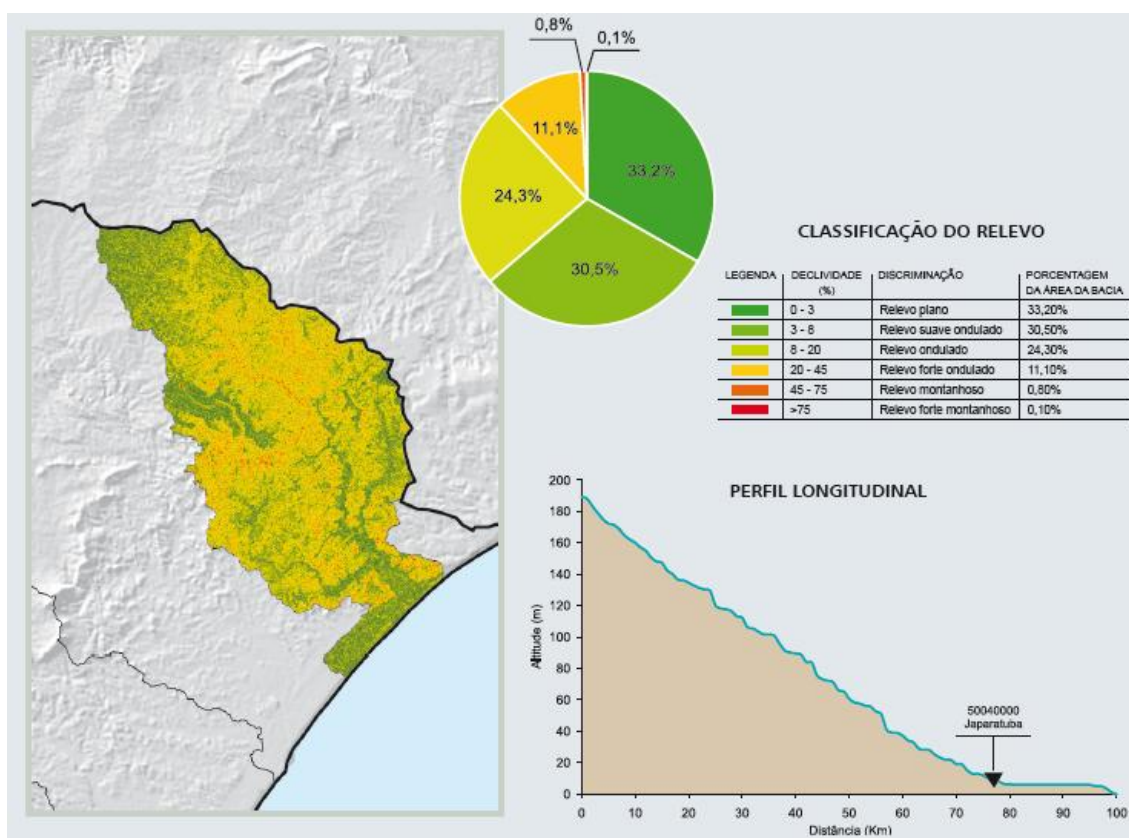


Figura 34 – Relevo e Declividade do rio Japarutuba / CPRM (2013)

5.3 Condicionantes Geoambientais

Os conhecimentos e métodos sistêmicos, aplicados a análise das paisagens, tem se revelado como imprescindíveis para a compreensão dos fenômenos que se processam nos diversos sistemas ambientais. O decreto nº 5.300 em seus artigos 2º, item XV define Unidade Geoambiental como sendo a “porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência”, ou seja, faixas ou regiões (unidade de paisagem) que tem feições mais ou menos homogêneas, ocupando uma determinada porção da superfície terrestre, e revelando um conjunto de características físicas e bióticas próprias, sendo delimitadas e compreendidas de acordo com as suas características climáticas, oceanográficas, hidrológicas, bem como pelos aspectos: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, biogeográficas, definidores de suas potencialidades naturais e limitações de uso, além das derivações de origem antropogênicas. Elas podem pertencer a um ambiente

singular, ou estarem condicionadas a mais de um ambiente. Devido a essas características, se faz necessário por vezes o seu agrupamento em unidades geoambientais.

5.3.1 Características Geológicas / Geomorfológicas

Para o presente estudo, a importância de se conhecer a composição litológica da área está diretamente relacionada com o entendimento dos potenciais de atuação dos fenômenos naturais nela registrado (chuva, seca, ondas marés, entre outros), para que se possa avaliar grau de remoção e/ou potencial erosivo de seu território, diante da coesão de suas rochas, pois esta informação poderá orientar se o material rochoso é vulnerável a erosão diante das ações naturais e antrópicas que se pretende realizar ou realizadas no município em estudo. Os mesmos servirão, portanto de subsídios técnico/científico para o planejamento e ordenamento geoambiental ao município de Pirambu.

Como já referidos, as unidades litoestratigráficas expostas na área envolvem o Grupo Barreiras (Geossistema Tabuleiros Costeiros) e os sedimentos quaternários (Geossistema Planície Litorânea). Segundo Fontes *et al.* (2006), A sedimentação detrítica do Grupo Barreiras é constituída por clásticos terrígenos de granulometria variada, constituída de cascalho e areia grossa a fina, com intercalação de argila e silte, os quais, dão suporte a uma cobertura vegetal secundária sobre os distintos terrenos onde a unidade ocorre. Já os sedimentos Quaternários (Geossistema Planície Litorânea), são provenientes dos dois grandes episódios transgressivos, denominados por Bittencourt *et al.* (1979) de Penúltima (Pleistoceno) e Última Transgressões (Holoceno), os quais, testemunham a história geológica recente da área de estudo.

O entendimento da geomorfologia, nesse contexto, objetiva a compreensão da evolução e distribuição das formas do relevo, tendo em vista as diferentes forças endógenas e exógenas que de maneira geral, atuam como fatores construtores, modeladores ou destruidores do relevo terrestre. Com o entendimento desses fenômenos naturais fica mais fácil subsidiar as

intervenções urbanísticas (antrópicas), visando alcançar um planejamento de forma sustentável, com o mínimo de impacto ao ambiente natural.

O município de Pirambu está inserido na Unidade Morfoestrutural – Bacia Sedimentar Sergipe/Alagoas – englobando duas Unidades Morfoesculturais – Planaltos Inundados Litorâneos e Baixadas Litorâneas. Dessa forma, abrange duas unidades geomorfológicas: Geossistema Tabuleiro Costeiro e Geossistema Planície Litorânea, esses revelam uma estreita associação com o arcabouço geológico e os aspectos paleoclimáticos, principalmente durante o Quaternário, sobretudo relativos às variações do nível relativo do mar, conforme discutido no item 3.4.1.

5.3.1.1 Geossistema Tabuleiros Costeiros

Os geossistema tabuleiros costeiros constituem uma unidade geoambiental que se estendem na faixa litorânea da região nordeste (CE, RN, PB, PE, AL, SE e BA) até o estado do Rio de Janeiro, se desenvolve associados aos sedimentos do Grupo Barreiras (depósitos Tércio-quaternário), os quais apresentam variações altimétricas e morfológicas entre 20 – 200 metros do nível do mar e formam superfícies do tipo tabular ou ligeiramente inclinadas, dissecadas por vales profundos e encostas com forte declividade. Apresentam assim com topografia plana e com frequência suavemente onduladas.

No litoral de Sergipe essas unidades são predominantemente constituídas de sedimentos terrígenos continentais, depositada por sistemas fluviais entrelaçados, associados a leques aluviais, apresentando ausência de uniformidade e podendo até ser caracterizadas por retrabalhamentos eólicos. Sobre o modelado tabular, de feições planas e de baixa declividade (0° a 3°), desenvolve-se um padrão de drenagem encaixada, constituindo vales em “V” bem pronunciados, que se destacam pelas escarpas ou ressaltos junto às cabeceiras, onde predominam os processos erosivos, registrando assim, na regressão das nascentes (Lins, 2006).

Em Pirambu as cotas altimétricas dos tabuleiros predominantes situam-se entre 50 e 70m e, raramente ultrapassam os 100m de altitude, exceto quando

da presença das Geofácies Dunas Continentais nos topos, como por exemplo, o morro da Lucrécia. Entretanto se mostram de forma menos expressiva que na maioria do trecho do litoral norte do estado, ocupando uma área de cerca de 140,25 km², o que corresponde 70,83% de seu território. Suas características topográficas favorecem a atuação de uma morfodinâmica de fraca intensidade, sendo predominantes os processos de infiltração e o escoamento subsuperficial, particularmente, quando apresentam cobertura arenosa. Nestas feições o acúmulo das águas das chuvas, forma lagoas de dimensões diversas, que constituem um atributo natural favorável ao desenvolvimento do turismo e importante recurso hídrico para a população local. Os bordos dos tabuleiros apresentam-se fortemente dissecados pela rede hidrográfica. A erosão regressiva das cabeceiras de drenagem sobre as vertentes ocorre de forma generalizada, delineando interflúvios tabulares estreitos. Alguns setores apresentam processos associados aos movimentos de massa rápidos, como os deslizamentos, na dependência direta da densidade e intensidade dos entalhes dos canais fluviais (Alves *et al*/2013).

Devido a sua peculiaridade geomorfológica esse Geossistema se divide em três geofácies, como segue abaixo:

a) Geofácies Superfície Dissecada em Colinas do Topo Plano Convexo:

São caracterizadas pelo aspecto do seu relevo dissecado resultante dos processos pluviais e drenagem fluviais, associadas aos rios Japarutuba, Sapucaia, Aningas e Betume, na esculturação de suas vertentes, compreendendo interflúvios tabulares integrados a conjuntos de formas tais como de colinas, morros e espigões.

Essa unidade apresenta paleofalésias que tem altimetria de 25 a 50 metros, declive entre 20 a 25% e distância da preamar atual cerca de 2 km. As paleofalésias mantiveram no seu passado geológico contato permanente com o mar. Atualmente encontram-se presentes por toda a borda continental do município de Pirambu, ocupando cerca de 111,22 Km², o que corresponde

56,16% de seu território, constituindo a morfologia que originalmente foi modelada nos sedimentos do Grupo Barreiras, durante a Transgressão mais Antiga (evento I, do esquema paleográfico costeira do Estado apresentado por Bittencourt *et al.*, 1983), e posteriormente retrabalhadas pelos agentes morfogenéticos externos, mantendo-se ainda na paisagem pouco preservadas por espécies vegetais nas proximidades da sede municipal de Pirambu e preservadas a oeste do município ao longo da rodovia SE 206 que interliga Pirambu a Japaratuba (Santana & Fontes 2010).

Sobre esta geofácies observa-se uma tendência ao desenvolvimento intenso da especulação imobiliária, devido ao crescente parcelamento da área, e ocupação por pequenos sítios e chácaras com a intenção de serem segundas residências ou casas de veraneio, para um público mais abastado devido a sua beleza cênica, o que vem caracterizando uma paisagem antropizada.

b) Geofácies Dunas Continentais:

São formações eólicas constituídas por sedimentos areno-quartzosos de cor clara sendo as mais antigas da região, elas ocupam cerca de 21,32 Km², o que corresponde 10,80% de seu território, e estão localizadas nos topos dos tabuleiros costeiros, a uma altitude de 25 a 50m e declive entre 20 a 50%. Revelam uma morfodinâmica de transição, uma vez que a ação eólica é atuante apenas nos setores onde os sedimentos estão expostos, ou seja sem vegetação ou sendo esta rarefeita (Figura 35).

Do ponto de vista geológico correspondem a depósitos eólicos continentais Quaternários, tendo como características grãos bem selecionados vindos da planície costeira. Devido a esses aspectos, essa geofácies apresenta limitações relativas à sua baixa capacidade de retenção de água e baixo grau de nutrientes e riscos de erosão eólica. Nos períodos de chuva observa-se a presença de “lagos” resultado dessa erosão, a qual retrabalha seus sedimentos inconsolidados promovendo com isso a exposição do lençol freático, que nesse período chega à superfície.



Figura 35 - Dunas continentais (ponto 08 & 17). Fonte:acervo do autor

c) Geofácies Superfície Tabular:

Caracteriza-se por apresentar topografia com superfície tabular, apresentando altitudes entre 50 a 70m e em sua parte superior observa-se a presença de espriamento de áreas do Grupo Barreiras. No município elas ocupam cerca de 7,72 Km², o que corresponde 3,90% de seu território. A presença de Neossolos Quartzarênico (arenosos) indica que nessa superfície a fertilidade do solo é baixa, favorecendo o cultivo de coco-da-baía (*Cocos nucifera*). Devido a essas características ela tem elevada permeabilidade contribuindo para recarga do aquífero granular em superfície (Figura 36).

Sua paisagem apresenta extensos campos de produção de coco em seu topo e no sopé das vertentes áreas utilizadas para pastagens de animais, principalmente gado, o que causa terracetes (compactação do solo pelo pisoteio), o que por sua vez dificulta a infiltração, contribuindo para o aumento do escoamento superficial. Esse escoamento superficial constitui importante condicionante para ação dos processos morfodinâmicos na dissecação e na esculturação das vertentes.

Em algumas superfícies tabulares, onde as estruturas favoreceram a atuação dos processos de meteorização, formaram-se depressões fechadas como resultado da alteração das rochas. Nestas feições ocorre o acúmulo das águas das chuvas, formando-se lagoas de dimensões diversas (Alves 2010). De acordo com Fontes (1984), a Lagoa Santa Isabel constitui “um elemento fisiográfico importante para o conhecimento paleogeográfico da área”. Ela

situa-se sobre o topo tabular do interflúvio Sapucaia - São Francisco, na cota altimétrica de 50 metros, e possui um desnível de aproximadamente 5 metros para o seu ponto mais baixo.



Figura 36 - Superfície Tabular – Lagoa do Sangradouro (ponto 33). Fonte: acervo do autor

5.3.1.2 Geossistema Planície Litorânea

Esse Geossistema costeiro é geralmente limitado entre o oceano e a escarpa de depósitos sedimentares, esculpidas no Grupo Barreiras, sendo, portanto um espaço de transição entre a interface continental e a interface marinha. Sua gênese é complexa, resultante da deposição de “parassequências” relacionadas com as variações relativas do nível do mar durante o Quaternário, as quais, causaram o deslocamento da linha de costa. Deste modo, este geossistema expressa o passado geológico recente e os sucessivos processos costeiros atuantes, incluindo os oceânicos com ação de ondas, mares, correntes litorâneas, fluviais e eólicos – em interação com o clima (Alves, 2010). Devido a esses fatores, essa unidade apresenta grande vulnerabilidade e fragilidade natural, com ecossistemas em geral fisicamente inconsolidados e ecologicamente complexos. Portanto, a compreensão de seus agentes construtores e modificadores, principalmente do trecho do litoral de interesse, subsidiam fundamentos conceituais importantes para a projeção de respostas futuras às intervenções antrópicas realizadas no presente.

No município de Pirambu ela ocupa uma área de cerca de 57,60 km², o que corresponde 29,10%, e se desenvolve na porção leste da unidade tabuleiros costeiros. Conforme versa Dominguez *et al* (1994) “a planície costeira que integra a zona costeira do litoral norte do estado de Sergipe segue o

modelo clássico das costas que avançam em direção ao oceano, em decorrência do acréscimo de sedimentos mais novos, em que cada cordão litorâneo representa depósito individualizado associado a uma antiga linha de praia". A linha de costa apresenta formas retas com leve arqueamento com orientação NE-SW, sendo seu substrato composto por sedimentos de textura predominantemente arenosa e cotas altimétricas que variam de 1 a 25 metros, com declividade inferior a 6%.

Sua divisão geoambiental apresenta as seguintes sub-unidades fisionômicas homogêneas: geofácies terraços marinhos, geofácies cordões litorâneos, geofácies dunas litorâneas, geofácies planície flúvio-lagunar e geofácies planície flúvio-marinha, como segue abaixo.

a) Geofácies Terraços Marinhos:

São depósitos quaternários correspondentes as diferentes oscilações associadas às mudanças paleoambientais e paleoclimáticas do litoral em estudo, ocupam cerca de 10,65 Km², o que corresponde 5,40% de seu território. Nos trabalhos de Bittencourt *et al* (1983), esse autor desenvolveu um esquema da evolução paleogeográfica quaternária para a costa do estado de Sergipe. Nesse estudo são considerados três episódios transgressivos, denominados respectivamente de: Transgressão Mais Antiga (anterior há 120.000 anos A.P.); Penúltima Transgressão (aproximadamente 120.000 anos A.P.) e Última Transgressão (5.100 anos A.P.). Em Pirambu são atestadas duas gerações de depósitos marinhos, os terraços pleistocênicos e holocênicos.

- **Terraços marinhos pleistocênicos:** São terraços marinhos arenosos, localizados na parte mais interna da planície costeira, com topos variando de 8 a 10 m, acima da preamar atual. São associados aos episódios transgressivos e regressivos subsequente do mar, denominado Penúltima Transgressão (120.000 anos A.P.), segundo Bittencourt *et al*. (1983), podem-se observar também antigas cristas de cordões litorâneos que foram retrabalhadas pela ação eólica.

Segundo Santana & Fontes (2010), essa feição geomorfológica está justaposto ao sopé das vertentes dos tabuleiros costeiros de Pirambu, a nordeste da sede municipal, constituindo-se de depósitos de areias bem selecionadas, as quais vão originar os Neossolos Quatzarênicos.

Na Planície Costeira, em Pirambu, eles ocorrem no entorno da Lagoa Catu, fazendo contato com a planície flúvio-lagunar e as dunas costeiras ativas que avançam sobre eles (Alves, 2010).



Figura 37 - Terraços marinhos pleistocênicos com plantio de coco-da-baía (*Cocos Nucifera*), próximo à Lagoa Catu - Planície Costeira. Pirambu/SE. Fonte: (Alves, 2010)

- **Terraços marinhos holocênicos:** Constituem o segundo nível de terraços marinhos arenosos, encontrados praticamente ao longo de toda faixa costeira da área de estudo, interrompendo-se somente nas desembocaduras dos riachos Sapucaia e Aningas. São localizados na parte externa dos terraços pleistocênicos, com poucas elevações e topo variando de poucos centímetros a cerca de 4 m acima da preamar atual. Segundo Bittencourt *et. al.* (1983), esses terraços foram formados durante a Última Transgressão (5.100 anos AP) e apresentam sempre, na superfície, contínuas cristas de cordões litorâneos próximos e paralelos entre si. Porém, são interrompidos pelas desembocaduras dos rios que drenam a planície costeira (Rodrigues, 2008). Durante alguma época do ano, estes terraços poderão formar lagoas devido às depressões entre os cordões, por causa das chuvas.

b) Geofácies Cordões Litorâneos:

Essas feições, de caráter regressivo, em sua maioria, sucedem-se paralelamente aos terraços marinhos holocênicos, o que lhe confere um modelado com aspecto ondulado (cristas) e nas áreas deprimidas entre estas pequenas “lombadas” se instalam lagoas freáticas de caráter temporário ou permanente. De acordo com Fontes (2007) “Os cordões litorâneos são arenosos, descontínuos e de extensões variáveis, sendo em alguns pontos intercalados por terrenos argilosos. Nesses locais, nos períodos chuvosos, são formadas as lagoas temporárias e os charcos. Os cordões litorâneos conduzem ao alongamento dos perfis longitudinais dos rios e riachos, criando um problema para a drenagem da planície e resultando no aparecimento de brejos e áreas sujeitas à inundação”.

Em Pirambu, boa parte dessas feições encontra-se ocupados por extensos plantios de coco-da-baía (*Cocos nucifera*), elas têm como característica, a maior estabilidade da planície costeira (baixa morfodinâmica) e constituem-se de paisagens cênicas muito valorizadas pela atividade turística, entretanto, este espaço vem sofrendo pressão antrópica crescente por conta dos agentes da especulação imobiliária, relacionados principalmente ao fenômeno da segunda residência, essas intervenções urbanísticas acabam planificando esses cordões, com o objetivo de facilitar a implantação dos empreendimentos, com o mesmo objetivo, observa-se também o aterramento das lagoas temporárias, as quais, têm um papel importantíssimo na regulação dos reservatórios subterrâneos.



Figura 38 - Cordões Litorâneos sob terraços marinhos (ponto 07). Fonte: acervo do autor

c) Geofácies Dunas Litorâneas:

As dunas litorâneas do município de Pirambu são unidades geomorfológicas, associadas como já citado, aos eventos paleoclimáticos do Quaternário que atuaram nesse litoral. Elas têm constituição predominantemente arenosa bem selecionada (Neossolos Quartzarênicos) e cor creme, apresentam feições morfológicas de “cômoros”, sendo submetidas à dinâmica dos processos eólicos atuais, podendo ser vegetada (dunas fixas) ou não (dunas móveis). Possuem patamares altimétricos que variam de 5 a 25 metros com declividade de entre 2 e 6%, e ocupam cerca de 16,10 Km², o que corresponde 8,20% de seu território. Oliveira & Souza (2011) versam que de maneira geral, percebe-se uma disposição de feições dunares primeiramente definidas por uma zona de acumulação recente em forma de pequenos montículos (Figura 39), recobertos parcialmente por vegetação do tipo herbácea como a salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*) e, sucedida por linhas intermediárias do tipo parabólicas, as quais se formaram pela colonização de tipos vegetais de maior porte, como o grageru (*Chrysobalanus icaco*), responsáveis pela fixação das areias, conforme (Figura 40). Elas apresentam funções importantes no complexo praial: são fontes de sedimentos para outras regiões costeiras, atuam como agentes de proteção na costa (principalmente relacionadas aos efeitos de ondas de tempestade), além de apresentarem características fundamentais para a recarga do aquífero.

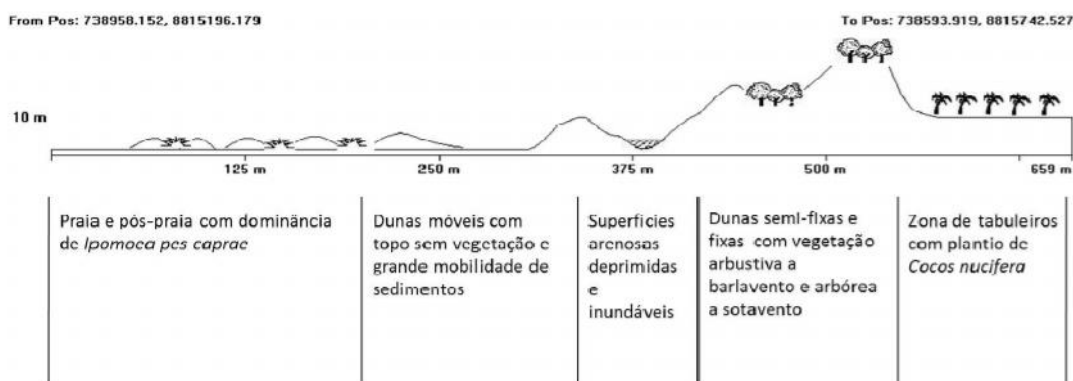


Figura 39 – Perfil geotopográfico representativo das dunas de Pirambu nas proximidades com o município de Pacatuba / Oliveira & Souza (2008).

De acordo com Alves (2010), baseado nos estudos de Barbosa (1997), o qual identificou no campo de dunas costeiras ativas, que se estende por uma

área de aproximadamente 25 km, desde a Praia de Santa Isabel (Pirambu) até Ponta dos Mangues (Pacatuba), elas têm orientação subparalela à linha de costa, apresentam feições em *blow-outs*, são migrantes e recobrem as dunas costeiras inativas. Nesse trecho não se encontram problemas ambientais decorrentes de adensamentos urbanos, portanto, compreende uma área não urbanizada, dentro de uma Reserva Biológica (Reserva Biológica Santa Isabel), obedecendo ao contorno de orla linear exposta dominante na região, contudo ao se aproximar da sede municipal percebe-se nitidamente processo de degradação desse sistema, especialmente com a introdução de habitações, rodovias estaduais e estradas vicinais que praticamente dividem essas feições causando descaracterização desse sistema sedimentar.



Figura 40 - Dunas Litorâneas – Projeto TAMAR. Fonte: acervo do autor

No espaço entre uma duna e outra se encontram as interdunas, depressões confinadas nestes corredores que adquirem características distintas na estação chuvosa. Ao captar as águas pluviais elas tornam-se lagoas temporárias, enquanto no período seco apresentam uma vegetação herbácea que costuma ser consumida pelo rebanho bovino local (Alves, 2010).

O potencial da ação eólica no município de Pirambu é visível, podendo ser constatado no transporte de areias para as rodovias, bem como nos depósitos que recobrem os muros das residências (Figura 41).



Figura 41 - Dunas invadindo a Av. Litorânea de Pirambu. Fonte: acervo do autor

d) Geofácies Planície Flúvio-Lagunar;

Essa geofácies é resultante de processos sedimentares ocorridos em antigas lagunas formadas durante a parte terminal da Última Transgressão (5.100 anos A.P.). São resultados da interface de processos de sedimentação de ambientes lagunares e fluviais, compostos de sedimentos argilosos e argilo-arenosos, enriquecidos com matéria orgânica sendo localizadas nas redes de drenagem que se instalaram sobre as zonas baixas que separam os depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos. Em Pirambu elas ocupam cerca de 28,18 Km², o que corresponde 14,30% de seu território, e estão associados às proximidades dos baixos cursos dos vales dos rios que drenam o município, ocupando áreas mais estreitas nos riachos Catu, Sapucaia, Aningas e rio Poxim e mais expressivamente no vale do rio Japaratuba, o qual se estende das margens até as proximidades das vertentes do tabuleiro costeiro (Figura 42 e Figura 43).



Figura 42 - Sedimentos Flúvio-Lagunares - Lagoa do Sangradouro (ponto 33). Fonte: acervo do autor



Figura 43 - Sedimentos Flúvio-Lagunares - Lagoa Redonda (ponto 30). Fonte: acervo do autor



Figura 44 - Visão panorâmica da planície flúvio-lagunar do rio Japaratuba, tomada a partir do bordo tabuleiro do povoado Marimbondo, importante área agrícola - cultivos diversos. Pirambu/SE. Fonte: (Alves, 2010)

Outra característica são suas altitudes que variam de 0 a 10 metros, com declividades variando de 0 a 2%. Segundo Santana & Fontes (2010), devido às baixas altitudes, em associação com o Espodossolo Ferrihumilúvico, observa-se nessas áreas o avanço da cultura do coco, contribuindo no processo de assoreamento dos canais e na poluição das águas superficiais e subterrâneas com o aporte de nutrientes e agrotóxicos, caracterizando essa geofácies como paisagem antropizada. Nos períodos mais secos a cobertura vegetal que se desenvolve nesse ambiente favorece ai aparecimento de rebanhos, principalmente bovinos (Figura 45).



Figura 45 - (a) Cocoicultura as margens da Lagoa (ponto 33) & (b) Lagoa Encantada no período Seco (ponto 36). Fonte: acervo do autor

e) Geofácies Planície Flúvio-marinha;

Essa feição geomorfológica forma o estuário do rio Japaratuba, são regiões de interação das águas marinhas e fluviais, sujeito às oscilações das marés, com isso a salinidade presente favorece o desenvolvimento dos manguezais. Sua composição é decorrente de depósitos muito finos em regiões protegidas da ação direta das ondas e influenciadas pelo regime de marés, possuem substratos constituídos predominantemente de materiais argilo-siltosos, não consolidados, ricos em matéria orgânica.

São ecossistemas costeiros de transição da interface terra-mar, associados a eventos de transgressão marinha. São protegidos por lei, além de desempenharem um papel fundamental na zona costeira, como, por exemplo, servindo de berçário para as espécies locais e sazonais, atuam como mecanismos de proteção costeira contra erosão e modificação (estabilização) da linha de costa, além de ter influência direta na subsistência de comunidades desempenhando com isso também seu papel social e econômico. Apesar de toda essa importância, esse ambiente, assim com os demais, vem sofrendo pressões antrópicas severas na região, o lançamento de esgoto doméstico “in natura” na foz do rio Japaratuba vem comprometendo sua função natural, a forte urbanização no seu entorno bem como a instalação da carcinicultura comum na região (Figura 46). No território do município elas ocupam cerca de 2,72 Km², o que corresponde 1,37%.



Figura 46 - Planície Flúvio-marinha do rio Japarutuba (ponto 01). Fonte: acervo do autor

5.3.2 Características Pedológicas

Os solos são resultados de ação conjugada de agentes do clima (temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, vento e suas variações) e da biosfera os quais atuam sobre a rocha matriz sã e provocando sua alteração e influenciando o relevo e sua evolução cronológica (maturidade). A sua formação dos solos (quadro 8) segue um ciclo evolutivo constituído basicamente de duas fases: a gênese e a pedogênese.

- **Gênese:** Processos de intemperismo (alteração química e física) das rochas que origina material secundário que constitui solo propriamente dito.
- **Pedogênese:** Processos que promovem a conversão dos materiais intemperizados em solos ordenados e dispostos em camadas que diferem entre si por sua natureza física, química, mineralógica e biológica (Figura 47).



Figura 47 - (a) Processo de pedogênese em afloramento (ponto 10) da Formação Barreiras (arenito conglomerático) na área de estudo (b) pedogênese em área de restinga no afloramento do Ponto 15 (Neossolos Quartzarênicos). Fonte: acervo do autor.

Quadro 8 - Fatores de formação de solos Fonte: Alterado de Lorenzo 2010

FATORES AMBIENTAIS	TIPO DE FATOR	ATUAÇÃO
CLIMA E ORGANISMOS	Fatores Ativos	Fornecem matéria e energia
RELEVO	Fator Controlador	Controla o fluxo de materiais
		Superfície; erosão
		Profundidade
		Infiltração
MATERIAL DE ORIGEM	Fator Passivo	Lixiviação e translocação
		Diversidade do material constituinte sobre o qual ocorrerá a pedogênese
TEMPO	Fator Passivo	Determina o tempo cronológico de atuação do processo

Segundo Polivanov (2000), o início do processo se dá no momento em que as rochas entram em contato com o meio ambiente e começam a sofrer transformações. As rochas e seus minerais são submetidos à ação de agentes do intemperismo com uma intensidade que é função do meio ambiente, podendo permanecer "*in situ*" ou serem transportados para depois depositar-se em encostas ou baixadas. É sobre este material geológico alterado e denominado material parental que se desenvolverá o verdadeiro solo.

Quadro 9 - Mecanismos de formação de solos. Fonte: Alterado de Lorenzo 2010

MECANISMOS	ATUAÇÃO
ADIÇÃO	Aporte do material do exterior do perfil ou horizonte do solo
REMOÇÃO (PERDA)	Remoção de material para fora do perfil. Ex: lixiviação
TRANSFORMAÇÃO	Transformação de material existente no perfil ou horizonte. Mudança de natureza química mineralógica.
TRANSLOCAÇÃO	Translocação de material de um horizonte para outro, sem abandonar o perfil. Ex: eluviação / iluviação

A abordagem aqui tratada correlaciona a pedologia com os demais elementos da paisagem, percebendo a relação dialética entre temas de climatologia, hidrografia, geologia, geomorfologia e urbanismo, associados à evolução dos solos do município de Pirambu nos moldes da concepção clássica do conceito de paisagem de Bertrand (1972). A compreensão desses processos atuantes é fundamental para as intervenções urbanas nos moldes sustentáveis.

Nesse município suas litologias favorecem o desenvolvimento de formações superficiais, sendo em sua maioria arenosas e Arenó-argilosas, sobre esses são encontrados as classes: dos **Argissolos**, **Neossolos Quartzarênicos**, **Espodossolos** e **Gleissolos**. Segundo Alves (2010), essas tipologias ocorrem em associação com outras classes estando condicionadas pelas características da topografia e posição na paisagem.

a) Argissolos

Esses solos têm como características, o acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo, variação em relação a sua profundidade (medianamente profundos a profundos), além de apresentarem drenagem moderada e desenvolvimento a partir de diversos materiais de origem e em áreas de relevo plano a montanhoso (Figura 48).

No município de Pirambu esse solo é representado pelos Argissolo Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, são solos desenvolvidos principalmente de sedimentos do Grupo Barreiras, encontrados geralmente na Geofácies Superfície Tabular. Estes solos ocorrem predominantemente em área de vertentes, onde o uso com pastagem contribui para que o pisoteio do gado provoque a compactação dos horizontes superficiais dos solos e descontinuidade da cobertura vegetal, deixando-os expostos à ação do escoamento superficial concentrado (Alves, 2010).



Figura 48 - **A**-Argissolo Vermelho-amarelo (PVA) & **B** - Paisagem de ocorrência do PVA. Fonte: Embrapa.

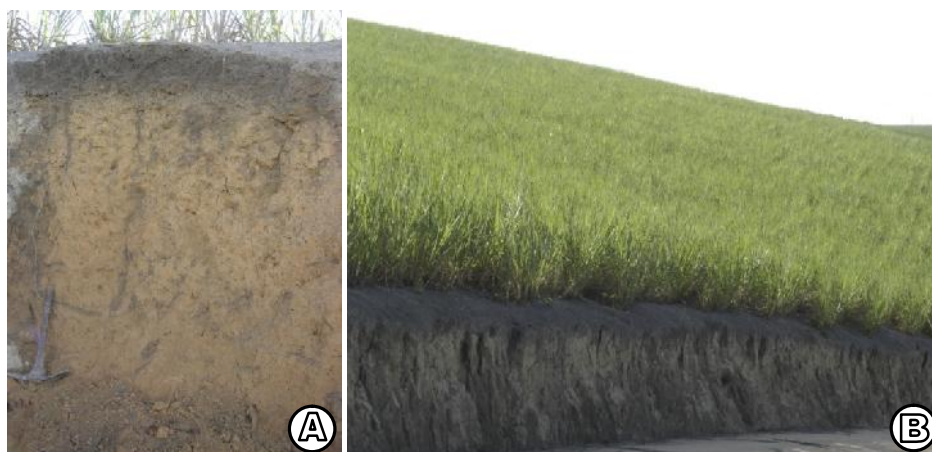


Figura 49 - **A**- Argissolo Amarelo / **B**- Ambiente de ocorrência do Argissolo Amarelo. Fonte: Embrapa.

b) Neossolos Quartzarênicos:

Classe de solo predominante na paisagem do município. São solos orgânicos em sua superfície, geralmente profundos e essencialmente quartzosos, formados em depósitos arenosos costeiros, sendo mutuamente ausentes os minerais primários facilmente intemperizáveis (Figura 50). Estes solos recobrem as dunas e apresentam ótima drenagem no horizonte A, sendo este fenômeno mais lento no horizonte B. Isto acontece por que durante quase todo o ano o lençol freático se apresenta próximo à superfície, com nível elevado (ICMBio, 2010 apud Lobato E Sousa, s/d).

No município de Pirambu esse solo é sub-classificado no terceiro nível categórico Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da Embrapa, em Órticos e Hidromórficos.

- **Neossolos Quartzarênicos Órticos:** Associados aos topos planos e subhorizontais com espraamentos arenosos ou dunas continentais dos Tabuleiros Costeiros.
- **Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos:** Associados aos ambientes onde o lençol freático encontra-se elevado – planície de inundação, lagoas temporárias e depressões.



Figura 50 - Ambiente de ocorrência de Neossolo Quartzarênico e vegetação de restinga. (Ponto: 17). Fonte: acervo do autor

c) Espodossolos

Esses solos apresentam cores muito diferenciadas, variando de tons escuros a claros, são moderados e fortemente ácidos com textura predominantemente arenosa (areno-quartzosos), ocorrem associados a locais com elevada umidade (áreas surgentes) (Figura 51).

No município de Pirambu esse solo é sub-classificado no terceiro nível categórico do (SiBCS) da Embrapa em Espodossolos Ferrihumilúvicos Hidromórficos, sendo localizados em setores do Geossistema Planície Litorânea, especificamente nas proximidades das Geofácies Terraços Marinhos e da Geofácies Planície Flúvio-lagunar (entorno das lagoas).



Figura 51 - A- Espodossolo Ferrihumilúvico Órtico típico./ B- Paisagem, cobertura vegetal e relevo da classe dos Espodossolos - paisagem típica de restinga. Fonte: Embrapa.

d) Gleissolos

São solos típicos de ambientes com saturação hídrica permanente e/ou temporária ou onde há oscilação do nível do lençol freático. São desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição textural média e argilosa e coloração acinzentada (ferro em pouca concentração) (Figura 52).

No município de Pirambu esse solo é sub-classificado no terceiro nível categórico do (SiBCS) da Embrapa em Gleissolos Háplicos Ta Eutrófico (Solos com argila de alta atividade e de alta fertilidade), associados às feições morfológicas como depressões e planícies de inundação. Eles são localizados, principalmente, na várzea do rio Japarutuba e no entorno da lagoa do Catu, onde são utilizados para pastoreio animal e cana de açúcar.



Figura 52 - Ambiente de ocorrência de Gleissolos associado à vegetação campo limpo (ponto 7).
Fonte: acervo do autor

Quadro 10 - Potencialidades e limitações dos tipos de solos encontrados na região.

	ARGISSOLOS	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS	ESPODOSSOLOS	GLEISSOLOS
POTENCIALIDADES	Apresentam relevos mais suaves	Grande profundidade efetiva	Indicados para áreas de conservação ambiental (Comum apresentar vegetação de restinga)	Utilizados para pastagem animal
	Utilizados para pastagem animal e reflorestamento	Topografia aplanada	Exploração de areia para construção civil	Culturas anuais diversas (cana-de-açúcar, rizicultura, bananicultura e olericultura e etc.)
	Maior potencial para uso agrícola (desde que sejam feitas correções da acidez e adubação)		Ocorrência em locais planos	Obs.: Sua potencialidade está diretamente relacionada à correção de sua drenagem e deficiência química.
			Utilizados para pastagem animal	
LIMITAÇÕES	Baixa fertilidade	Baixa fertilidade natural	Não apresentam normalmente aptidão agrícola	Manejo complexo para utilização agrícola (nível elevado do lençol freático)
	Acidez	Textura extremamente arenosa	Textura arenosa (desprovidos de micronutrientes)	Risco de inundações ou alagamentos frequentes
	Topografia	Baixa a muito baixa capacidade de retenção de água e nutrientes	Baixa fertilidade natural	Fertilidade natural baixa à média
	Teores elevados de alumínio	Lençol freático próximo à superfície (no caso dos hidromórficos)	Risco elevado de contaminação do lençol freático e de alagamentos.	Limitação moderada a forte ao uso de máquinas agrícolas
	Suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados (devido a sua ação textural).	Altamente frágeis e vulneráveis à erosão	Forte restrição à drenagem	

5.3.3 Características Biogeográficas

A cobertura vegetal para esse estudo tem importância fundamental, pois essa exerce função de proteção relativa à perda de solos, com isso quando expostos se tornam mais vulneráveis as ações de intemperismo natural devido à ação direta das gotas de chuva o que acarreta na desagregação das partículas superficiais do solo impedindo sua compactação, levando consequentemente ao escoamento superficial concentrado em apenas um único fluxo que é um dos principais causadores da erosão.

Segundo Tricart (1977) a vegetação exerce um papel importante na interceptação das precipitações. Dependendo da densidade e das características do extrato da cobertura vegetal o impacto provocado pelas gotas de chuva sobre o solo pode ser atenuado, reduzindo os efeitos erosivos do escoamento superficial. Quando não há vegetação o impacto direto sobre o solo provoca o destacamento das partículas e a selagem da superfície favorecendo a ação do escoamento.

Os diferentes tipos de coberturas vegetais encontradas na paisagem da área de estudo estão associados ao Bioma Mata Atlântica, como: Floresta estacional semidecidual das terras baixas (Cerrado), Formações pioneiras influência marinha (Restinga) e Formações pioneiras com influência Flúvio-marinha (Manguezal).

a) Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (Cerrado):

É uma vegetação que pertence ao bioma da Mata Atlântica (Mata Atlântica do Interior), é condicionada a influência de períodos climáticos bem definidos com chuvas intensas de verão, seguidas por um período de estiagem, onde pode ser encontradas manchas de vegetação do Cerrado, bem como espécies de Restinga.

Na área de estudo essa vegetação é restrita a pequenas manchas descontínuas na Geofácies Tabuleiros Costeiros (devido à influência da altitude), sendo desenvolvidas nos solos do tipo Argissolos Amarelos e

Vermelho-Amarelo. Sua maior mancha residual (protegida) é condicionada a dificuldade de acesso, associada Floresta Secundária. Outra fisionomia encontrada associadas e esses solos são os campos limpos (Predomínio das gramíneas) e campos sujos (gramíneas e arbustos).

Em Pirambu essa cobertura vegetal vem sendo degradada por queimadas para plantação de pastagens para criação bovina ou para uso agrícola em sua maioria cultivo de coco além outras frutíferas, principalmente nas regiões mais a interior do município (Figura 53).

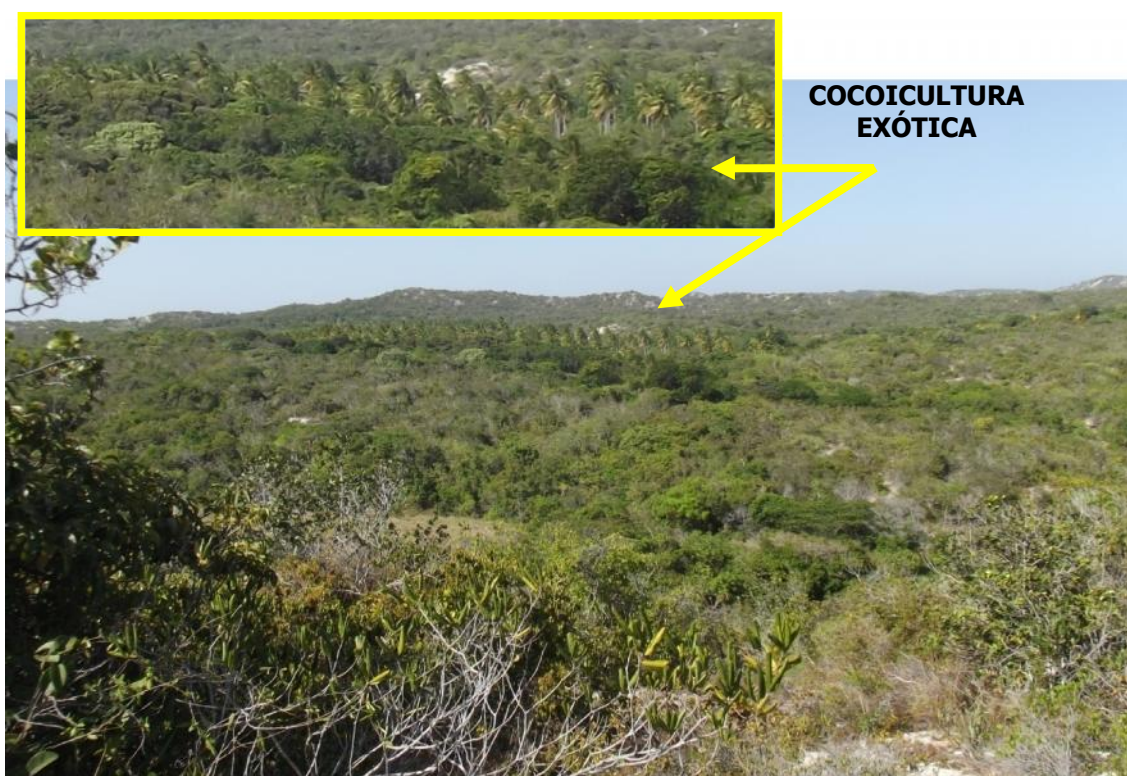


Figura 53 - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas com introdução de cocoicultura, exótica a paisagem natural (Proximidade com o ponto 33). Fonte: acervo do autor

b) Formações Pioneiras:

A expressão “Formações Pioneiras” é utilizada para denominar o tipo de cobertura vegetal formado por espécies colonizadoras de ambientes novos, isto é, de áreas subtraídas naturalmente a outros ecossistemas ou surgidos em função da atuação recente ou atual dos agentes morfodinâmicas e pedogenéticos. Essas espécies realizam função importante no tocante a

instalação subsequente de espécies mais complexas ou menos adaptadas às condições de instabilidade ambiental.

Crepani *et al* (2001), versa acerca desse tipo de cobertura vegetal de ambientes costeiros, da seguinte forma: “As áreas com influência marinha (restinga) constituem os cordões litorâneos e dunas que ocorrem ao longo de todo o litoral, formados pela constante deposição de areias por influência direta da ação do vento e do mar, onde são encontradas as fisionomias desde herbácea até arbórea. As áreas com influência flúvio-marinha (manguezal) constituem os ambientes salobros da desembocadura dos cursos de água no mar, onde se desenvolve uma vegetação que pode apresentar fisionomia arbórea ou herbácea”.

- **Vegetação com influência marinha (Restinga):** São formações vegetais sob influência direta do mar, distribuídas por terrenos arenosos do quaternário recente, geralmente com algum teor salino, sujeitos à intensa radiação solar e acentuada ação eólica. Esta formação vegetal encontra-se ao longo das Planícies Costeiras, colonizando o ambiente praias, cordões litorâneos, terraços marinhos e campos dunares, ou seja, onde predominam os solos areno-quartzosos. Ela compreende um conjunto florístico composto por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas que podem alcançar até quinze metros de altura (Embrapa, 1999).

No município de Pirambu essa vegetação é associada principalmente ao Geossistema Planície Costeira (Cordões Litorâneos e Dunas Litorâneas) e Geossistema Tabuleiros Costeiros (Dunas Continentais) (Figura 54).

Na faixa litorânea predominam as espécies herbáceas e halófilas, como a salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*) e o alecrim-da-praia (*Remirea maritima*), entre outras.

Essa vegetação atua como agente fixador das dunas móveis, as quais, passa a ser fixas ou semi-fixas a partir do seu desenvolvimento, à medida que ela se descola para a área mais interna (interior) ela acaba

por se miscigenar com a vegetação arbórea da restinga, sendo substituída pela mata onde predominam: cajueiro (*Anacardium occidentale* Linn), mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), angelim (*Andira nítida* Mart), aroeira-de-praia (*Schinus terebenthifolius*), etc. De acordo com Brasil (1983), nestes ambientes podem ser encontrados elementos oriundos das formações vizinhas – Cerrado e Floresta; entretanto, estas ocorrências não a descaracteriza.



Figura 54 - Vegetação de restinga – Projeto TAMAR. Fonte: acervo do autor

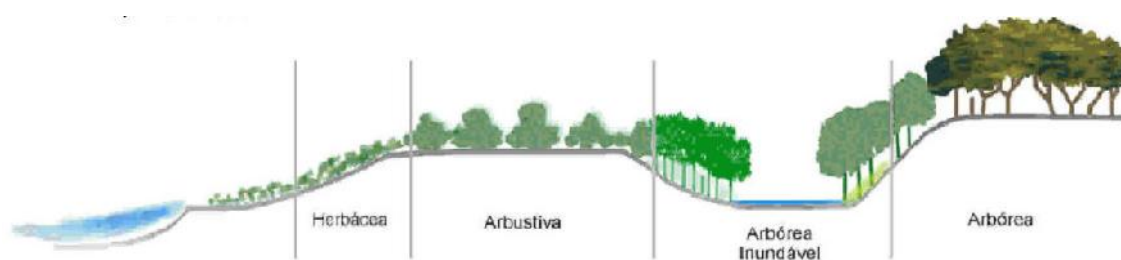


Figura 55 - Perfil Esquemático da Restinga. Fonte: zonacosteira.bio.ufba.br/

O Art. 03 da Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, versa sobre a vegetação de Restinga, definindo parâmetros e limites dessas áreas que são de Áreas de Preservação Permanente – APP.

[...] Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

[...] IX - nas restingas:

- a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;
- b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues.

- **Vegetação com influência Flúvio-marinha (Manguezal):** É uma zona úmida, definida como “ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés” (Schaeffer, 1995). São solos halomórficos muito pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúvio-marinhos recentes misturados com detritos orgânicos, de natureza e granulométrica variada, referidos ao período Holoceno (Embrapa, 1999).

No município de Pirambu essa vegetação é distribuída na paisagem da baixada litorânea associada aos solos lamacentos (sem atuação de processos pedogenéticos) por quase toda a extensão do estuário dos rios Japarutuba e Siriri. Esse ecossistema é dividido em planície de maré inferior (Slikke) e planície de maré superior (schorre). Na planície de maré inferior (Slikke) são observadas as seguintes espécies de vegetação: mangue-vermelho (*Rhizophoramangle L.*), mangue-branco (*Avicennia germinans*), mangue-manso (*Laguncularia racemosa G. F.*), e o mangue-de-botão (*Conocarpus erectus L.*) esse último associado às oscilações das marés. Enquanto na planície de maré superior (schorre), que é associada ao nível médio entre as preamares de sizígia e equinociais- zona de transição entre o mangue e a encosta (Apicum), é observada pequenas manchas de duas espécies: capim-da-praia (*Spartina alterniflora*) e a grama da praia (*Sporobulus virginicus*).

Nesse tipo de vegetação, além de sua importância ambiental já citada, no município, é fonte de renda e alimento para diversas famílias ribeirinhas, as quais tiram seu sustento desse ecossistema, entretanto percebe-se que essa vegetação vem sendo arrasado fruto da ação do homem, com aterramentos, corte da madeira para lenha, construções de casas ou mesmo devido à introdução da aquicultura comercial na região (Figura 56).



Figura 56 - Vegetação com influência Flúvio-marinha – Manguezal (Ponto 01). Fonte: acervo do autor.

5.4 Uso e cobertura do solo

O mapeamento do uso e ocupação do espaço geográfico é de extrema importância para o entendimento dos fenômenos naturais e antrópicos que podem resultar em danos ambientais, que a depender de sua evolução podem ser reversíveis ou irreversíveis. A compreensão desses padrões de organização são imprescindíveis para o planejamento e gestão de áreas ocupadas ou a serem ocupadas, nesse ínterim o plano diretor municipal se reveste de extrema importância como instrumento estratégico de desenvolvimento, disciplinamento e regulação no uso e ocupação do solo urbano e rural.

A economia do município está embasada na agropecuária, extrativismo (animal, vegetal, e mineral), e turismo. Contudo, muitos desses usos, causam alterações consideráveis na paisagem natural, seja a partir de transformações físicas (infraestruturais), ou mesmo com a introdução de culturas ou espécies exóticas ao meio.

As pastagens representam boa parte do território de Pirambu, historicamente elas foram suprimindo a vegetação original desde a sua ocupação, sendo observadas principalmente nos Geossistemas Tabuleiros Costeiros devido às características geomorfológicas e pedologias. São relacionadas à pecuária extensiva (manejo tradicional), embora seus rebanhos não sejam destaque no estado de Sergipe, é representativa nas receitas municipais. A principal criação é a de bovinos (corte), mas também são observados outros tipos como: equinos e ovinos; da avicultura de galináceos.

As potencialidades agrônômicas no município são bastante limitadas, sua estrutura fundiária tem predomínio de pequenas e médias propriedades, e agricultura familiar (subsistência). Dentre os tipos de cultivos destacam-se o coco-da-baía (*Cocos nucifera*), sendo essa a cultura permanente da região, entremeada em quase todo município de tal forma que parece ser vegetação nativa e as culturas temporárias: mandioca, feijão, milho, mangaba.

A cultura da mangaba merece destaque no município (2º produtor do estado), porque, além de estar culturalmente intrínseca nas comunidades locais (Baixa Grande e Alagamar), essa fruta nativa é objeto de geração de renda no Projeto Catadoras de Mangaba, contribuindo para o fortalecimento e sustentabilidade das comunidades extrativas da mangaba.

O extrativismo animal é uma das principais atividades econômicas no município (Quadro 11). Dentre as espécies, o camarão é destaque. Esse crustáceo é pescado de forma artesanal principalmente com redes de arrasto (observado também no entorno da REBIO o que gera ameaça as espécies de tartarugas marinhas protegidas), e hoje mais intensamente através da modalidade de confinamento (viveiros). Visando viabilizar a piscicultura na região, o governo do estado de Sergipe em 2014, firmou uma parceria com a Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – EMDAGRO, a qual forneceu assistência técnica e extensão rural para um grupo de pequenos produtores dos povoados de Lagoa Redonda e Lagoa do Sangradouro, que passaram a cultivar tilápias de forma semi-intensiva, esse projeto inicialmente contemplou 54 tanques-redes (Figura 57 e Figura 58).



Figura 57 - Tanques- Viveiros de piscicultura no Sítio Verde - Povoado Baixa Grande - Pirambu /SE. / Valenzuela (2012)



Figura 58 - Tanques-redes em Lagoa do Sangradouro - Ascom/Emdagro (Antônio Carlos de Almeida)

Quadro 11 - Produção Agrícola Municipal 2013. Rio de Janeiro. Fonte: IBGE, 2014.

AQUICULTURA DE PIRAMBU 2013 (KILOS)	
PESCADO /TIPO	PRODUÇÃO (KILOS)
Tilápia	78000
Camarão	54000
TOTAL	132000 Kilos de Pescado

As atividades ligadas à aquicultura vêm causando sérios impactos ao meio natural da área de estudo, sua influência é percebida diretamente na desembocadura dos rios Japarutuba, Sapucaia e Pomonga. Essas “fazendas” são localizadas em áreas de planície de inundação, e geralmente para sua implantação são feitas intervenções nos cursos dos rios (desvios), o que gera alteração na hidrodinâmica natural, levando a problemas ambientais graves como:

- Retirada da cobertura vegetal original para desenvolvimento dos viveiros;
- Assoreamento nos leitos;
- Privatização de áreas protegidas “bens coletivos” como manguezais;
- Risco de introdução de espécies exóticas e principalmente;
- Poluição das águas pelas descargas de efluentes químicos.

Como versa Vieira (2011) “A atividade de carcinicultura provoca retirada da vegetação da mata ciliar de mangues e apicuns das margens do rio Japarutuba. Essa retirada provoca o assoreamento do rio, com tendência a formar ilhas, e esses sedimentos são carregados para o leito e chega a cobrir a

áreas de mangue. As águas fluviais que são utilizadas nos viveiros são devolvidas ao leito fluvial sem tratamento, voltando ao rio, carregadas de elementos químicos que são capazes de modificar as características físico-químicas da água”.

O extrativismo mineral o município de Pirambu provém de jazidas energéticas e de sais solúveis. Esses minerais encontram-se associados às Formações Muribeca e Riachuelo (Quadro 12). São representados por: petróleo e gás, potássio, magnésio e sódio (Santos, 1988).

A exploração de hidrocarbonetos se dá no Campo de Tartaruga (Figura 59), localizado no continente adjacente à Reserva Biológica de Santa Isabel (30% da produção) e em *off Shore* (70% - águas profundas), nas costas de Lagoa Redonda e Robalo, o que desperta preocupação por se tratar de uma área extremamente vulnerável, segundo a ANP esse campo permanecerá ativo até 2023.

Quadro 12 - Recorte Pirambu – Recursos Minerais, 1998. Fonte: CPRM/CODISE – Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe, 1998.

SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	CARACTERÍSTICAS DAS JAZIDAS			
		MORFOLOGIA	CLASSE DO JAZIMENTO	IDADE	ROCHA ENCAIXANTE E/OU ASSOCIADA
Petróleo e gás	Aguilhada	Estratiforme	Associado a sequência sedimentar	Cretáceo	Arenitos e conglomerados (Fm. Muribeca)
Petróleo e gás	Cidade de Pirambu	Estratiforme	Associado a sequência sedimentar	Cretáceo	Folhelhos e calcários (Fm. Riachuelo/Mb. Taquari)
Potássio, magnésio e sódio	Área de Pirambu/Aguilhada	Estratiforme	Sedimentar	Cretáceo	Evaporitos e folhelhos (Fm. Muribeca)



Figura 59 - Campo de Tartaruga - BR. Fonte: acervo do autor

Já extração de argila (licenciada) é realizada próximo ao povoado Aguilhadas que servem como matéria-prima para as indústrias de construção civil do estado (Figura 60). A extração das lavras de areia, piçarra e barro, muitas vezes é exercida de forma clandestina, o que compromete o equilíbrio do meio, principalmente nos Geossistemas Tabuleiros Costeiros e nas Geofácies Dunas Litorâneas. Também no povoado aguilhadas observa-se depósitos sedimentares (Evaporitos e folhelhos) de potássio, magnésio e sódio (Bruni & Silva, 1983).



Figura 60 - Extração de argila – Licenciada (Ponto 11). Fonte: acervo do autor

No território do município também existe um assentamento agroextrativista, o primeiro do estado, o Assentamento Agroextrativista São Sebastião, localizado vizinho ao Povoado Alagamar, nos limites dos Municípios de Pirambu e Pacatuba (entorno da Reserva Biológica Santa Isabel).

Esse assentamento tem área total de 610,312 hectares e beneficia 30 famílias do próprio povoado (Quadro 13). O assentamento está inserido na formação vegetal de restinga, a qual constitui uma sub-formação do Bioma Mata Atlântica, sendo protegida por lei, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

Quadro 13 - Projeto Agroextrativista São Sebastião. Fonte: Superintendência Regional Sergipe - SR 23/INCRA, 2013.

CÓDIGO DO PROJETO	NOME DO PROJETO	CÓDIGO IBGE	SEDE	ÁREA (HÁ)	CAPACIDADE	FAMÍLIAS ASSENTADAS
SE 0133000	PA AGRO EXTRATIVISTA SÃO SEBASTIÃO	280 5307	PIRAMBU	610,312	30	30

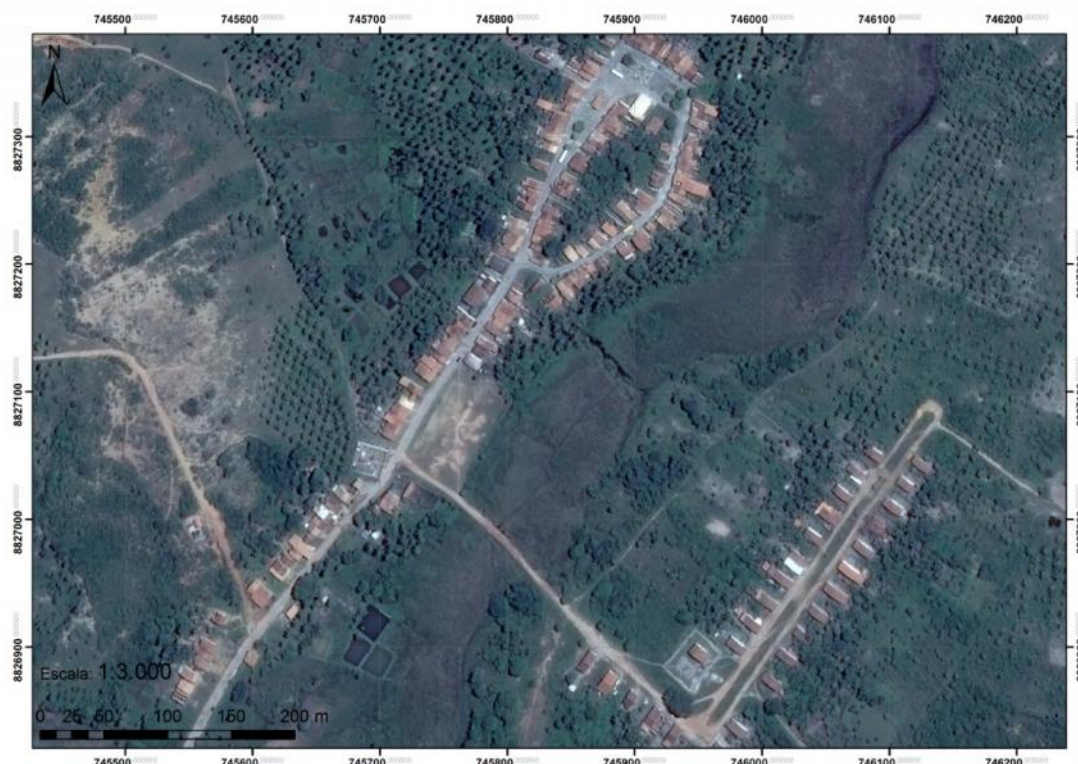


Figura 61 - Vista aérea do Povoado Alagamar & Assentamento São Sebastião. Fonte: Retirado Google Earth pro (2016)



Figura 62 - Assentamento São Sebastião - Pov. Alagamar (ponto 45). Fonte: acervo do autor.

No tocante ao uso do solo do município de Pirambu, as perspectivas futuras sinalizam para três atividades econômicas diferenciadas: as atividades imobiliárias ligadas à construção civil (condomínios, loteamentos e segundas residências), turismo (principalmente em sua faixa costeira e praias), baseado em suas potencialidades naturais e as atividades ligadas à aquicultura comercial, mas essas iniciativas esbarram em uma série de restrições legais e ambientais.

Dentro dos domínios territoriais de Pirambu existem algumas Unidades de Preservação Ambiental, as quais envolvem 03 (três) categorias específicas. A

principal delas é a Unidade de Conservação (UC), a Reserva Biológica de Santa Isabel (REBIO), que adentra inclusive ao município adjacente Pacatuba, essa reserva foi criada através do Decreto Federal nº 96.999, de outubro de 1998, com o intuito de preservar ecossistemas costeiros da região (Figura 63).

Quadro 14 - Características da Reserva Biológica de Santa Isabel, SE / Fonte: ICMBio.

RESERVA BIOLÓGICA DE SANTA ISABEL - REBIO	
Administração	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Esfera	Federal
Bioma	Marinho Costeiro
Área da reserva:	5.547,42 hectares
	45 km de extensão (praias com larguras entre 600 a 5.000 m)
Diploma Legal	Decreto Federal nº 96.999 de 20 de outubro de 1988
Classe de Proteção	Proteção Integral.
Localização	Nordeste do estado de Sergipe abrangendo área dos municípios de Pacatuba e Pirambu.
Pedologia	Terreno areno-quartzoso profundo
Plano de Manejo	Não há plano de manejo
Drenagem fluvial	Rio Aningas, rio Prata, Riacho do Sangradouro, além de lagoas (perenes e intermitentes)

A Reserva Biológica (REBIO) é caracterizada como área de proteção integral. Ela tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais (BRASIL, 2000).

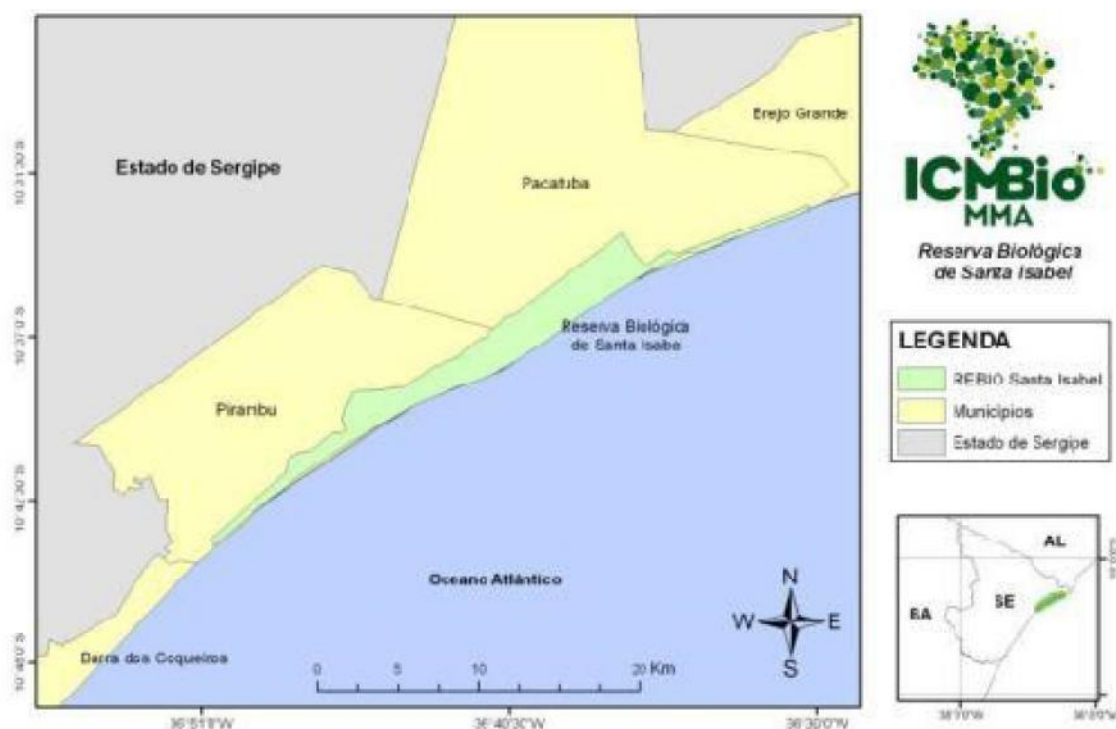


Figura 63 - Localização da Reserva Biológica de Santa Isabel, SE/ICMBio 2010.

Não existe população tradicional no interior da REBIO, e no seu entorno encontra-se uma população de aproximadamente 20 mil pessoas, que vivem da pesca e agricultura familiar (Leuzinger *et al*, 2014). Apesar de ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e de uso restrito, admitindo somente o uso indireto dos recursos naturais, atividades antrópicas ocorrem na área da Reserva e seu entorno, são: exploração de hidrocarbonetos, viveiros de peixe e carcinicultura, formação de pastagens para gado na restinga e criação de animais (gado, caprinos e ovinos), plantações de espécies exóticas como o *Coco nucifera* (coco) – principal cultura na região, tráfego de veículos na praia no trajeto realizado pelos filhotes de tartarugas para atingir o mar e a existência de um depósito de lixo clandestino no entorno da unidade (ICMBio, 2010).



Figura 64 - Base da REBio / Projeto TAMAR e Reserva em destaque. Fonte: acervo do autor

Outra categoria de preservação é a APA do Litoral Norte, criada através do Decreto Estadual nº 22.995 de 09 de novembro de 2004, essa área de proteção é inserida no Bioma Mata Atlântica, mas seu polígono “territorial” não é preciso, estima-se que compreenda aproximadamente 473,12 km², abarcando os municípios de Pirambu, Japoatã, Pacatuba, Ilha das Flores e Brejo Grande (Figura 65). Esse Decreto tem como respaldo legal o Código Florestal (Lei nº 4.771/65), e atualmente quem administra as UC’s estaduais é a Secretaria de estado do meio ambiente e dos recursos hídricos – SEMARH.

Por fim, completando essas áreas de preservação no território municipal, mas dessa vez de caráter voluntário pelos proprietários rurais, 02 (duas) reservas particulares do patrimônio natural – RPPN`s. São elas a Dona Benta e seu Caboclo (Quadro 15 e Figura 66) e Lagoa Encantada do Morro da Lucrecia (Quadro 16 e Figura 67).

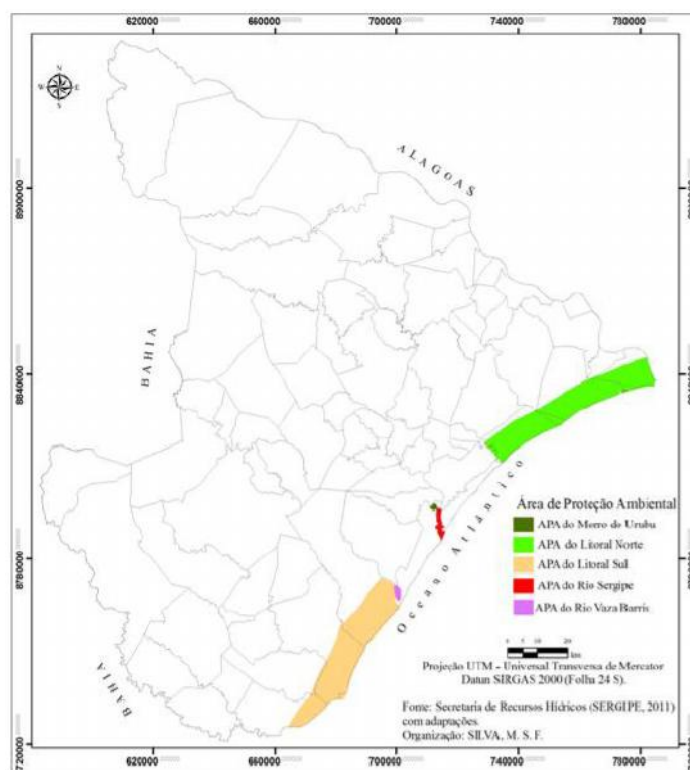


Figura 65 - Localização das APA's em Sergipe. Fonte: Silva & Souza, 2013 apud Secretaria de Recursos Hídricos de Sergipe (2011).

Quadro 15 - Características da RPPN Dona Benta e seu Caboclo. / Fonte: ICMBio.

RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL DONA BENTA E SEU CABOCLO	
Administração	Manoel Elielson Cordeiro de Jesus Jucélia Almida Matos de Jesus
Esfera	Particular / Voluntária
Nome do Imóvel	Fazenda Cordeiro de Jesus / Pirambu-SE
	Matrícula: 2925
	Área Total: 97,16 hectares
Área da reserva	23,60 hectares
Diploma Legal	Portaria 71 - DOU 167 - 31/08/2010 - seção/pg. 01/136
	Portaria 71 - DOU 167 - 31/08/2010 - seção/pg. 01/137
Classe de Proteção	RPPN

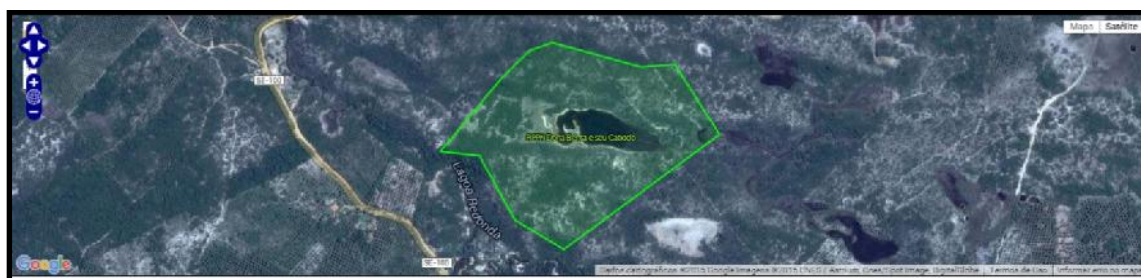


Figura 66 - Vista aérea da RPPN Dona Benta e seu Caboclo. Fonte: ICMBio/MMA, 2015. Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Quadro 16 - Características da RPPN Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia. /Fonte: ICMBio.

RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL LAGOA ENCANTADA DO MORRO DA LUCRÉCIA.	
Administração	Manoel Elielson Cordeiro de Jesus
Nome do Imóvel:	Fazenda Cordeiro de Jesus / Pirambu-SE
	Matrícula: 2925
	Área Total: 97,16 hectares
Área da reserva:	10,75 hectares
Diploma Legal	Portaria 92 - DOU 222 - 21/11/2011 - seção/pg. 01/134
Classe de Proteção	RPPN



Figura 67 - Vista aérea da RPPN Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia. Fonte: ICMBio/MMA, 2015. Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Entretanto, apesar dessas restrições legais, observam-se iniciativas institucionais fomentando o desenvolvimento dessa região, através de seus atrativos cênicos singulares, tais investimentos se dão principalmente em infraestrutura e melhorias em seus acessos, como a construção da Ponte João Alves Filho (2007) e a continuação da rodovia estadual SE-100 (2014), nesse trecho. Nesse sentido o Estado atua como “facilitador” dessa “ocupação/desenvolvimento” tendo o discurso do desenvolvimento socioeconômico local.

Na área de estudo o SPU realizou em 2013 a desapropriação de um terreno pertencente à União às margens da rodovia SE-100, de um grupo de empresários (S&B), que estavam vendendo lotes de um Resort denominado: *Riverside Resort Residence*. Segundo Teófilo Melo, técnico do SPU, decisão do SPU, foi baseada da seguinte forma “A área foi decretada de interesse do serviço público em 15 de março, cuja decisão administrativa foi publicada no Diário Oficial da União”. Segue abaixo fotos da desapropriação e portfólio publicitário da época (Figura 68).



Figura 68- (a) Momento da colocação da placa da SPU no terreno (b) Momento da retirada da publicidade (c) portfólio publicitário. Fonte: Portal Infonet.

De acordo com a Agência Sergipe Notícias, do Governo do Estado, no dia 23 de julho do corrente ano, o prefeito em exercício do município de Pirambu, Élio Martins, recebeu uma carta de intenção de investimento e o projeto para construção de um *resort SPA*, com capacidade para até 800 hóspedes, o qual será construído em uma área de cerca de 42.300 m², no espaço do antigo terminal turístico de Pirambu, anexo a sede do Projeto TAMAR e da Reserva Biológica de Santa Isabel (REBIO). Esse empreendimento é de um grupo de investidores da Republica de Belarus (antiga Bielo-Russia), e tem como público alvo turistas do leste europeu, a previsão de início das obras é em 2016. Segundo o secretário do Turismo e Esporte de Pirambu Adilson Júnior "A escolha de Pirambu pelos investidores se deu em razão das belezas naturais da região e, também, pelo acesso facilitado com o término das obras da rodovia SE-100 Norte, o que deixaram os bielo-russos vivamente impressionados",

corroborando com seu secretário o prefeito afirmou que "Pirambu é uma cidade pequena e precisa crescer através do seu potencial turístico. Fico feliz com essa visibilidade que o município tem por acolher um empreendimento dessa natureza, divulgando nossas belezas naturais e ecológicas".

Enquanto isso, nas visitas de campo realizadas na Sede do Projeto TAMAR (um dos principais pontos turísticos de Sergipe), percebe-se um local em pleno abandono, desativado a visitação turística e sem seus atores principais, as tartarugas marinhas da espécie oliva (*Lepidochelys olivacea*) (Figura 69). Esse projeto tem como missão desenvolver pesquisa, conservação e manejo dessas espécies ameaçadas de extinção além de proteger as praias e localidades que envolvam a alimentação, desova, crescimento e descanso desses animais no litoral, a reserva biológica anexa ao projeto é o maior sítio reprodutivo brasileiro. De acordo com o Projeto Tamar, o centro de educação ambiental vinha recebendo, em média, 120 mil visitantes por ano.



Figura 69 - Projeto Tamar / Adriano Silva

Silva & Souza (2013), versam acerca das Unidades de Conservação do estado de Sergipe "Assim, vão se configurando os "territórios da conservação" sergipanos, sendo possível identificar, nos espaços das APA's, marcas que os caracterizam-se enquanto territórios das trocas, pois já é perceptível a forte articulação regional uma vez que há interesses pelo governo em atrair investimentos para o setor turístico, além das especulações por grupos estrangeiros que já se fazem presente, principalmente para construção de *resorts* no litoral norte e sul" [...] "Desse modo, as informações supracitadas corroboram com a idéia que esses territórios estavam sendo poupados, como

estratégia governamental de controle territorial, face à dinâmica do capital, sobretudo para atenderem os interesses vigentes, neste caso do turismo”.

Antes da construção da ponte construtor João Alves (2007), o acesso ao município em estudo partindo capital Aracaju era feito inicialmente pela BR-235 (direção noroeste – 10 km), continuando através da pela BR-101 (sentido Maceió - 43,4 km), atravessando os municípios de Nossa Senhora do Socorro e Maruim até o trevo de Japarutuba, onde a partir daí, o percurso se dá a partir da SE – 440 até finalmente chegar a Pirambu. Esse percurso (76 km) não era atrativo do ponto de vista comercial e turístico, além de ser extremamente movimento e perigoso. Todo esse contexto contribuiu para que a geomorfologia e seus elementos biogeográficos se mantivessem relativamente protegidos em Pirambu. Com isso, percebe-se que eixos indutores que visam à facilitação de acessos, principalmente em zona litorâneas, devem ser planejados de maneira sustentável, com a articulação dos atores locais (governo, sociedade e município), objetivando principalmente à preservação ambiental e geração de emprego e renda para as comunidades, sem descaracterizar as identidades sócio-culturais locais, e sem perder de vista o mundo de fora.

6. DISCUSSÕES E RESULTADOS

6.1 Análise das Áreas Vulneráveis e Situações de Perigo

6.1.1 Análise da Vulnerabilidade Ambiental

A análise das classes de vulnerabilidade relativamente às unidades geológicas aflorantes na área de estudo, identificam setores de vulnerabilidade desde muito forte a muito baixa, conforme podem ser observados no Mapa 1B e Quadro 17. As regiões identificadas como de baixa e muito baixa vulnerabilidade correspondem a rochas sedimentares relativamente recentes (Formação Barreiras), as quais se caracterizam por uma relativa coerência em relação aos terrenos em seus entornos. Os terrenos de vulnerabilidade média correspondem a antigos cordões litorâneos, com sedimentos arenosos semi-consolidados. Enquanto as de vulnerabilidade alta a muito alta estão relacionadas a depósitos relacionados à ambientes sedimentares atuais litorâneos, marinhos e eólicos, fluviais e de mangues.

Quadro 17 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da geologia da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996, 2001)

VALORES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL					
GEOLOGIA	UNIDADE	LITOLOGIA	LEGENDA	IDADE	VULNERABILIDADE
	GRUPO BARREIRAS	Sedimentos areno-argilosos intercalados com níveis de conglomeráticos.	Tb	Terciário	1,3
	PLANÍCIE LITORÂNEA	Terraços Marinhos	QPa	Quaternário - Pleistoceno	2,0
		Depósitos eólicos continentais (dunas vegetadas sobre tabuleiros).	QPe1		3,0
		Terraços Marinhos Holocênicos	QHt	Holocêno	2,4
		Depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos.	QHa		3,0
		Depósitos de pântanos e	QHp		3,0

	mangues atuais.		
	Depósitos eólicos litorâneos atuais (Dunas tipo barcanas – mais recentes)	QHe1	3,0
	Depósitos eólicos litorâneos atuais (Dunas Parabólicas - mais antigas, semi-fixadas.	QHe2	2,2
	Depósitos flúvio-lagunares (pântanos e áreas Inundáveis)	QHf	3,0

As classes de vulnerabilidade relacionadas aos aspectos geomorfológicos são apresentadas no Mapa 2B e Quadro 18, explicitam a evolução paleogeográfica do Quaternário costeiro já descrito no item 3.4.1 Evolução do Quaternário Costeiro de Sergipe, que são agrupados em duas unidades: tabuleiros costeiros e Planície litorânea. Portanto, se verifica que não existe vulnerabilidade na classe muito baixa e baixa. A classe média vulnerabilidade corresponde aos tabuleiros costeiros, especificamente a sub-unidade de aplainamento subhorizontal – topo tabular, a qual apresenta altitudes entre 50 a 70m com nível conglomerático associados aos sedimentos do barreiras, com espraamentos de areias quartzosas e portando elevada permeabilidade. A classe Forte é associada à sub-unidade Superfície Dissecada em Colinas, morros e espigões, que por ser uma vertente apresenta um gradiente de inclinação propício a ação da gravidade e, portanto escoamento de águas pluviais, podendo gerar desmoronamento, ravinamento e voçorocamento. Já na classe muito forte é diretamente associada às drenagens dos rios Japarutuba, Sapucaia, Aningas e Betume que recortam o município, com predomínio de solos argilo-fluviais e possibilidade de enchentes e inundações por extravasamento do leito em áreas marginais, sendo, portanto suscetíveis a processos erosivos em suas margens e toda planície costeira principalmente devido a sua recente origem geológica e sua constituição predominantemente

arenosa inconsolidada, o que contribui para ação de escoamento superficial, infiltração (recarga freática) e ação eólica.

Quadro 18 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da geomorfológica da área de estudo.
Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996, 2001)

VALORES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL				
GEOMORFOLOGIA	UNIDADE	SUBUNIDADE	LEGENDA	VULNERABILIDADE
	TABULEIROS COSTEIROS	Superfície tabular, conjunto mais dissecado correspondente aos topos de menor amplitude (processos generalizados de infiltração e escoamento difuso; pontualmente constam-se deslizamentos nos bordos escarpados).	Esap	2,2
		Superfície dissecada composta por colinas predominantemente convexas, com altimetria entre 25 a 50 metros, declive entre 20 a 25% (compreendendo interflúvios tabulares integrados a conjuntos de formas tais como de colinas, morros e espigões)	Esd	2,5
	PLANÍCIE LITORÂNEA	Dunas costeiras ativas (depósitos arenosos de origem eólica, parcialmente colonizados por vegetação, que ocorrem sobre os terraços marinhos holocênicos atuais, avançando sobre as dunas inativas, interdunas e lagoas.	Aed2	3,0
		Dunas embrionárias, contato direto com os lençóis de areia e praia (processos de deflação eólica e infiltração).	Aed3	3,0
		Lençóis de areia (processos de deflação eólica e infiltração).	Am	3,0
		Terraços marinhos pleistocênicos com altitude entre 6 m e 8 m. Processos de infiltração e sulcos incipientes.	Atm1	1,6
		Terraços marinhos holocênicos atuais onde encontram-se cordões litorâneos. (Dominam os processos de infiltração e pontualmente	Atm3	2,2

		desmoronamentos, quando submetidos à ação das ondas).		
		Planície de maré inferior (planície flúviomarinha), permanentemente inundado e sujeito às oscilações das marés, ocupado por manguezais.	Apmi	3,0
		Planície flúviolagunar - planície de sedimentos finos, predominantemente argilosos, sujeita a inundações periódicas, apresentando depressões ocupadas por lagoas e áreas pantanosas.	Apfl	3,0

As classes de vulnerabilidade aplicadas a pedologia apresentadas no Mapa 3B e Quadro 19, refletem a idade recente dos terrenos geológicos, na classe muito forte estão inseridos os Gleissolos háplico (GXve2 e GXve3), Argissolos vermelho-amarelo distrófico típico e humbrico (PVAd3), Neossolos Quartzarênicos órtico típico (RQ01 e RQ02) e Neossolos Quartzarênicos hidromorfo típico (RQg1). Na classe forte vulnerabilidade tem-se os argissolo amarelo distrófico, argissolo vermelho-amarelo distrófico típico e humbrico (PAd2) e o Neossolos Quartzarênicos hidromorfo típico (RQ04). Finalmente para classe média são observados os Espodossolos ferrihumiluvico (ESkg) e Neossolos Quartzarênicos hidromorfo típico (RQg3).

O reconhecimento pedológico é de vital importância para alocação de áreas urbanas, uma vez que o solo possui propriedades intrínsecas que determinam sua aptidão e limitação de uso, as quais são muitas vezes desconsideradas durante as atividades de construção civil (Pedron *et al*, 2007).

Os Argissolos apresentam dificuldade na drenagem devido ao acúmulo de argila em profundidade favorecendo com isso o escoamento superficial e consequentemente suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorre em relevos mais movimentados (devido a sua ação textural) outra situação que coloca esse tipo de solo em condição vulnerável e sua exploração mineral que causa problemas de exposição e consequentemente a predisposição morfodinâmica a desenvolvimento de ravinas e voçorocas. Os

Gleissolos são solos com saturação hídrica permanente e/ou temporária ou onde há oscilação do nível do lençol freático associados às feições morfológicas como depressões e planícies de inundação. O Neossolos Quartzarênicos são os mais encontrados no município, são profundos e compostos basicamente por sílica, que como o próprio nome já diz, são encontrados sob a forma de grãos de quartzo, o que lhes confere susceptibilidade a erosão em virtude do seu material friável, têm excelente permeabilidade e facilidade em alterações morfogenéticas, são divididos em Órticos (RQo) que no município estão associados aos topos planos e subhorizontais com espraamentos arenosos ou dunas continentais dos Tabuleiros Costeiros e Hidromórficos (RQg) que são associados aos ambientes onde o lençol freático encontra-se elevado – planície de inundação, lagoas temporárias e depressões. Nos Espodossolos a composição é predominantemente arenosa (areno-quartzosos), ocorrem associados a locais com elevada umidade, como nas várzeas do rio Japarutuba e no entorno da lagoa do Catu esse solo tem risco elevado contaminação do lençol freáticos além de ser propício a alagamentos em períodos de cheia do rio e de chuvas. Para realização dessa análise foi consultada a base de solos disponível no portal da Embrapa, como pequenos ajustes.

Quadro 19 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da Pedológica da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996, 2001)

VALORES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL				
PEDOLOGIA	CLASSE	TIPO DE SOLO	LEGENDA	VULNERABILIDADE
	ARGISSOLO AMARELO Distrófico	ARGISSOLO AMARELO Distrófico fragipânico e típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + NEOSSOLO LITOLICO Distrofico típico	PAd2	2,4
	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO - Distrófico	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico e úmbrico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrofico típico e úmbrico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico úmbrico	PVAd3	2,7

	NEOSSOLO QUARTZARÊ NICO Órtico	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ártico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico	RQ01	2,7
		NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ártico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico típico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico arênico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico	RQ02	3,0
	NEOSSOLO QUARTZARÊ NICO Hidromórfico	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico arênico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espressoarênico.	RQg1	3,0
		NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico arênico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico espressoarênico.	RQg3	2,2
		NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, relevo plano.	RQ04	3,0
	ESPODOSSO LO FERRIHUMIL UVÍCO Hidromórfico	ESPODOSSOLO FERRIHUMILUVÍCO Hidromórfico + ESPODOSSOLO FERRIHUMILUVÍCO Hidromórfico arênico + NEOSSOLO QUARTZARENICO	ESkg	2,0

		Hidromórfico típico.		
	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico.	GXve2	3,0
		GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico + ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico sálico + ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico típico.	GXve3	3,0

As classes de vulnerabilidade elencadas na Biogeografia (Mapa 4B e Quadro 20) estão diretamente associadas à proteção dos solos através da cobertura vegetal, a perda de solos, ou seja, alterações na cobertura favorecem o escoamento superficial e conscientemente expõe o substrato à ação da morfodinâmica natural. Os tipos de cobertura encontrados no município em estudo estão associados ao Bioma Mata Atlântica como: Floresta estacional semidecidual das terras baixas (Cerrado), Formações pioneiras influência marinha (Restinga) e Formações pioneiras com influência Flúvio-marinha (Manguezal).

A análise das classes de vulnerabilidade presente no município em estudo demonstra valores que variam desde muito baixa até muito forte (mapa 4B). As classes mais vulneráveis estão condicionadas as dinâmicas fluviais e marinhas, classificadas como “formações Pioneiras”. Como o próprio nome já refere é associado a coberturas em ambientes novos com espécies mais complexas ou menos adaptadas às condições de instabilidade ambiental. Quando são associadas à influência direta do mar sob solos arenosos salinos são denominadas de vegetação de restinga. São justamente elas que conseguem frear os fenômenos morfodinâmicos nesses ambientes associados às feições da planície litorânea e consequentemente instruir menos fragilidade, favorecendo com isso a pedogênese.

Quando essas formações são localizadas entre o ambiente terrestre e marinho associado ao regime de maré é denominado de vegetação de manguezal. Esse tipo de cobertura se dá a partir de sedimentos flúvio-marinhos. No período holocênico no município em estudo é presente em quase toda área associada aos estuários.

Nas classes mais estáveis classificadas como muito baixa estão associadas à Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, esse fato se deve a dificuldade de acesso, pois, esses remanescentes são observados em áreas mais adentro do continente, fator esse que faz com que nessa classe ela seja a menos antropizada. Porém também se observa a maior parte dessa cobertura vegetal variando entre baixa a forte. A explicação para essa variação está no maior grau de degradação a qual apresenta, bem como a fase transicional para outras coberturas presentes no município, onde podemos encontrar espécies de restinga e remanescentes de vegetação típica de cerrado. Outro fator importante dessa variação de classes de vulnerabilidade é o avanço das atividades de extrativismo vegetal e animal que acaba por descaracterizá-la e consequentemente fragilizá-la a ação do intemperismo.

Quadro 20 - Valores para avaliação da vulnerabilidade da biogeografia da área de estudo.
Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996, 2001)

VALORES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL					
BIOGEOGRAFIA	COBERTURA VEGETAL	SUBDIVISÃO	LEGENDA	DESCRIÇÃO	VULNERABILIDADE
	Floresta Estacional Semidecidual	Terras Baixas	EVf1	Estágio inicial degradativo	1,2
			EVf2	Estágio avançado degradativo	2,2
	Formações Pioneiras:	Marinha (Restinga)	EVr1	Restinga arbustiva e arbórea	1,7
			Evr2	Restinga herbácea e arbustiva (coco e pastos)	2,0
		Flúvio-marinha (Manguezal)	EVm	Manguezal	3,0
			EVcv	Campo de	3,0

				várzea com espécies higrófilas e/ou hidrófilas	
			Eva	Apicum (carcinicultura)	3,0

A última variável a ser analisada nesse estudo é sem dúvida a mais importante, o clima, componente mais importante na influência da morfogênese dos processos geomorfológicos, pedológicos e de todo conjunto referente à biogeografia. Segundo Tavares 2008, a maior parte dos desastres naturais no Brasil é causada pela dinâmica externa da Terra, ou seja, aquela conduzida pelo clima e pelos processos atmosféricos. Sua quantificação é baseada na análise de série de dados dos elementos que o compõe com registro em estações meteorológicas durante certo período. Na avaliação da vulnerabilidade referente aos aspectos climáticos da área de estudo, o item C (clima) da equação empírica proposta por Crepani *et al.* 2001, teve como variáveis: a análise do tipo de clima, pluviosidade média anual, duração do período chuvoso, intensidade pluviométrica, bem como temperatura média anual. Com esses valores foi dividido o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses), chegando ao valor da intensidade pluviométrica (VIP), que nada mais é do que a energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética, levando a erosão dos solos por escoamento, influenciado, portanto nos processos morfodinâmicos. Após aplicação dessa álgebra chegou-se ao índice de sua vulnerabilidade (média estabilidade/vulnerabilidade) conforme Quadro 21. Nas incursões de campo a área de estudo observou-se que as lagoas, paisagem marcante no município, são sazonais mantendo essa dinâmica a depender do período do ano e da variação pluviométrica.

Quadro 21 - Resultado da vulnerabilidade relacionada aos aspectos climáticos da área de estudo. Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996, 2001)

ASPECTOS CLIMÁTICOS						
CLIMA TROPICAL / MEGATÉRMICO ÚMIDO E SUBÚMIDO						
Pluviosidade Média Anual	Duração do Período Chuvoso		Intensidade Pluviométrica		Temperatura média anual	Vulnerabilidade
1.455 mm	Março	Agosto	Mínima Dezembro	Máxima Maio	25,5 °C	1,8
	Outono	Inverno	37 mm	280 mm		

Após classificar todas as variáveis e integrá-las baseados no método proposto por Crepani *et al.* (2001) foi gerado a vulnerabilidade ambiental do município de Pirambu.

6.1.2 Análises de situações de Perigo

A busca pelo desenvolvimento harmônico entre as atividades antrópicas e o meio natural, com o uso equilibrado dos recursos, é a base para o planejamento urbano sustentável. Esse planejamento deve considerar os limites físicos quanto ao seu uso e procurar compatibilizá-lo com desenvolvimento urbano, considerando a existência de locais que estejam sujeitos a perigos naturais ou induzidos pela possível ocupação.

Por estar inserida em contexto ambiental litorâneo, a área de estudo têm como principais riscos geológicos naturais os que estão associados às dinâmicas marinha e fluvial como: inundações e enchentes, erosão costeira e erosão continental, somados as derivação antropogênicas apresentadas. Por estarem ainda em bom estado de conservação, se comparado aos municípios costeiros do estado, têm-se uma oportunidade de planejar de forma sustentável, criando uma proposta para que se possa conciliar ambientes naturais com a necessidade de intervenções antrópicas. Objetiva-se dessa forma a ordenação do seu espaço físico e a provisão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente que proporcione uma indispensável qualidade de vida à sua população e a seu entorno natural.

O rio Japarutuba é o principal rio da área de estudo. Em sua margem direita localiza-se a sede municipal, completando seus aspectos fluviais têm-se

ainda os rios Sapucaia, Brito, Poxim e Papagaio. Na planície de inundação desses rios são encontrados solos extremamente frágeis, compostos basicamente de sedimentos argilosos e argilo-arenosos, enriquecidos com matéria orgânica, o que lhes confere um nível de vulnerabilidade muito alto (Figura 70). Outro fator importante na hidrografia dessa área é a presença de várias lagoas, como a de Pirambu, Catu, Camurupim, Titaras, Redonda, Grande, Seca, Santa Isabel e a do Sangradouro, sendo essa última a maior do estado de Sergipe. Elas ocupam extensões variáveis dependendo dos períodos de maior pluviosidade. No período seco, algumas delas adquirem características de brejo, com desenvolvimento de vegetação rasteira. A vegetação característica margeante em todas as lagoas citadas é a vegetação com influência marinha (Restinga), o que lhes confere mais estabilidade em relação à atuação de processos erosivos.

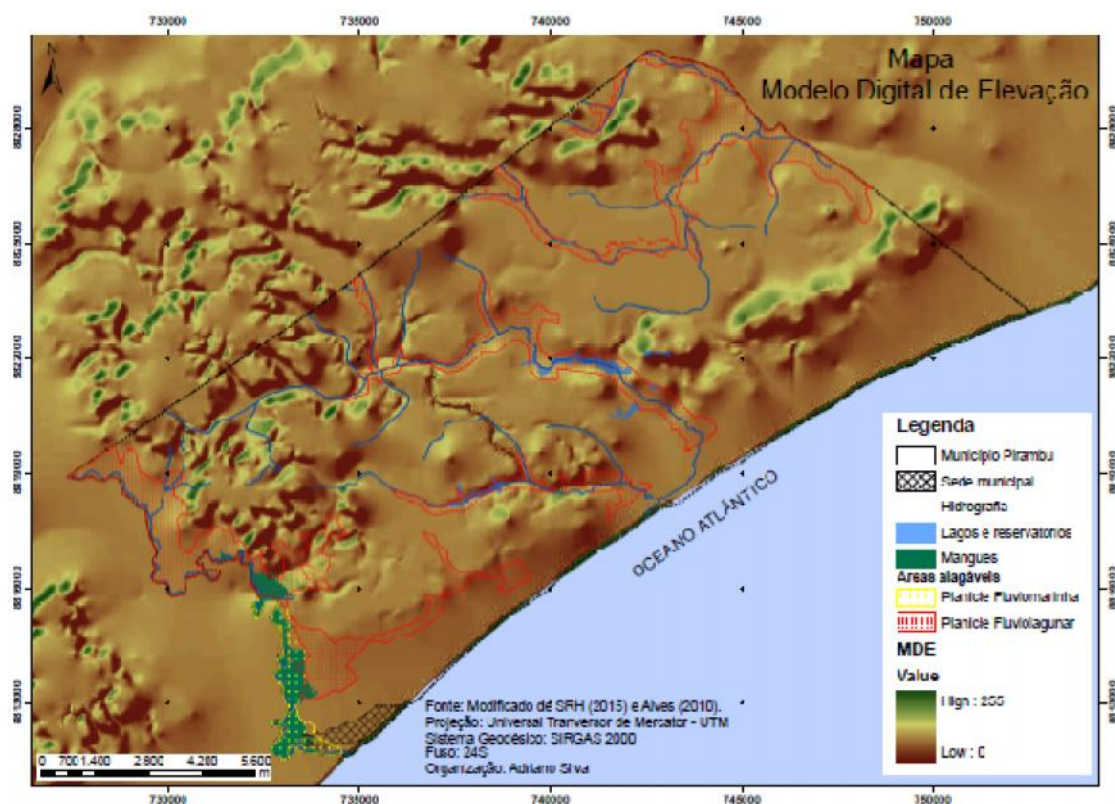


Figura 70 - Modelo digital de elevação com demarcações nas áreas alagáveis.

Na sede municipal é observado acúmulo de águas em algumas ruas do seu perímetro urbano. Esses alagamentos são decorrentes da precipitação pluviométrica relativamente fortes associados a seu sistema de drenagem deficiente (Figura 71).



Figura 71 - Enchente (águas pluviais) nas ruas Antônio Torres e Castelo Branco. Fonte: Claudomir Tavares (2013)

A foz do rio Japarutuba é dinâmica, e sofre alterações morfológicas que alternam entre processos erosivos e deposicionais, sendo estes influenciados pelo impacto das ondas no continente, o que ocasiona perda do espigão hidráulico do rio. Dessa forma, o mar invade sua foz chegando até o continente, alcançando as proximidades da sede municipal (área mais adensada), o que gera problemas estruturais urbanos, além de prejuízos econômicos e sociais aos comerciantes e moradores que edificaram suas casas e comércio a beira-mar. Uma das características da desembocadura desse rio é que ele possui o baixo curso composto de areias de intermarés (Planície Flúvio-marinha). Esse fator condiciona um comportamento semelhante ao delta de maré vazante, o que pode ocasionar alterações na sua foz e consequentemente na linha de costa do município e migração de bancos de areia. Para observar essa evolução dinâmica foram analisadas as posições da linha de costas nos últimos 35 anos, organizadas por Barbosa (2014) (Figura 72 e Figura 73). Nelas fica evidente a alta vulnerabilidade aos fenômenos citados. Dessa forma recomenda-se a não edificação de quaisquer tipologia construtiva nesses ambientes altamente dinâmicos, pois, caso não seja imposto restrições legais (municipais, estaduais, federais), essas áreas extremamente valorizadas pela indústria do turismo e imobiliária, por todo seu potencial cênico, ao serem ocupadas desrespeitando esses fenômenos, podem acarretar em pouco tempo em problemas que só serão “resolvidos” com obras de engenharia costeiras, conforme citado no item 3.3 (Figura 74). Tais obras que, além de extremamente dispendiosas, muitas vezes não são eficientes do ponto de vista

da seguridade urbana, servindo apenas como contenção emergencial, e ainda, podendo contribuir para o aumento dos processos erosivos.

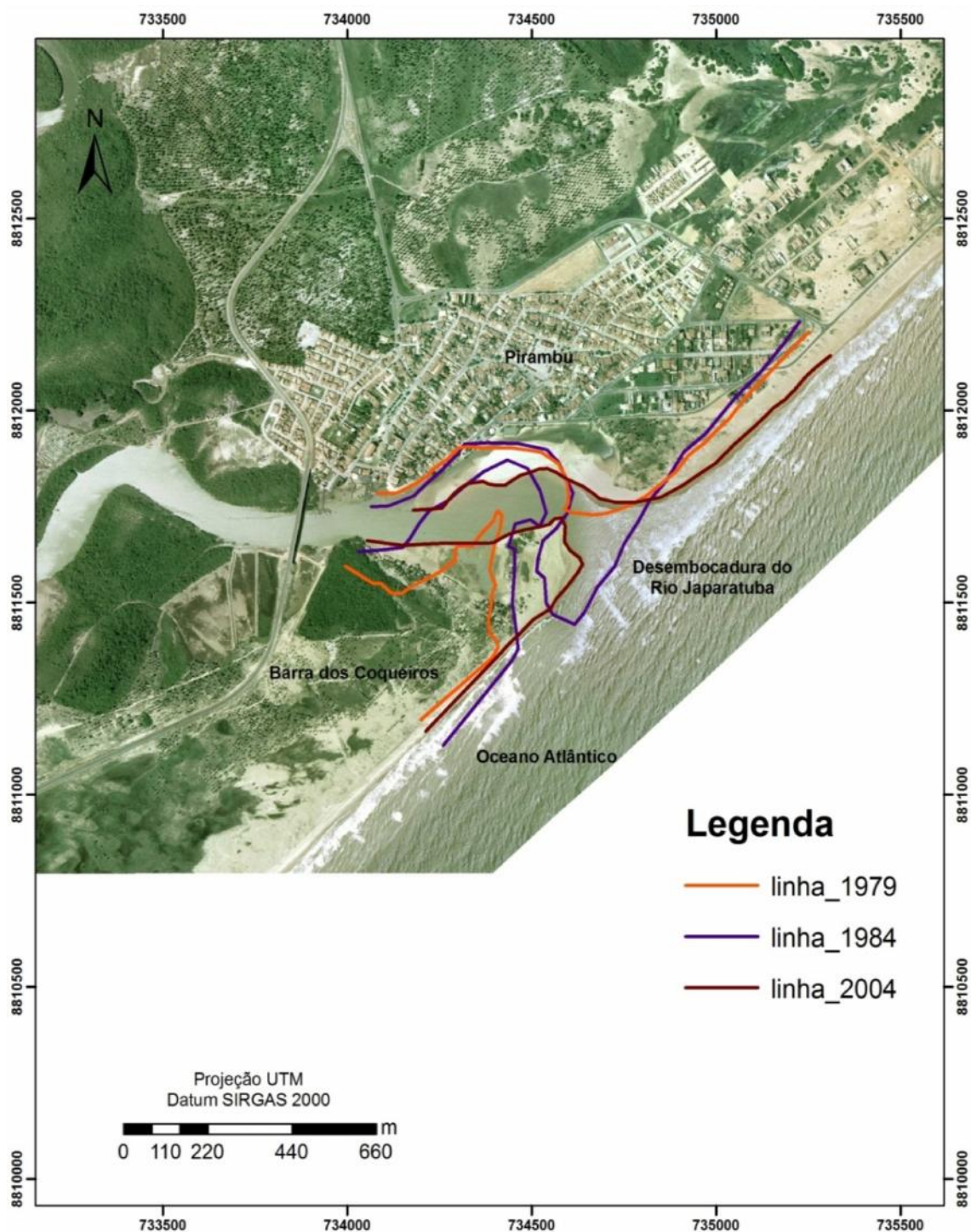


Figura 72– Foto aérea com a variação da desembocadura do rio Japarutuba entre 1979-2004.
Fonte: Barbosa (2014)

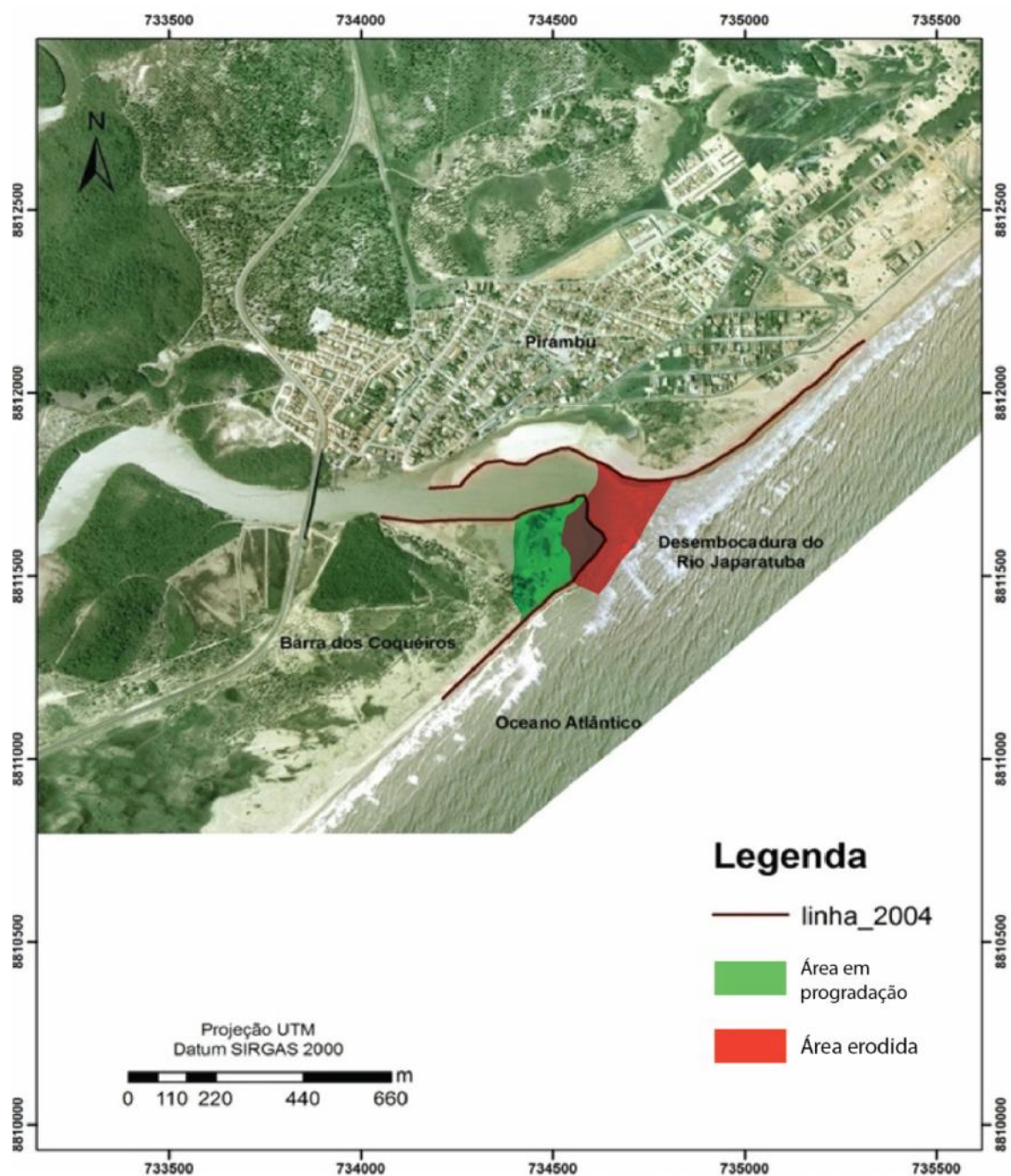


Figura 73 - Foto aérea da foz do rio Japaratuba com indicação dos locais que sofreram processos de erosão e progradação. Fonte: Adaptado de Barbosa (2014)



Figura 74 - (A) Cássia Santana– Av. Oceânica, (B) e (C) Edificações destruídas. Fonte: Jorge Henrique (2013) / Cássia Santana (2013) / Milton Alves Júnior (2013)

Ao adentrar na unidade tabuleiros costeiros, percebe-se feições erosivas em alguns pontos, ocasionadas principalmente pela ausência da vegetação, somada à precipitação atmosférica, são tipicamente processos de ravinamento e voçorocamento. Esse tipo de desagregação é comum em áreas urbanizadas, geralmente causadas por aberturas de novas áreas para fins urbanos associadas a uma carência de um planejamento adequado. Os casos encontrados na área de estudo estão geralmente associados à retirada de material para uso na construção civil, muitas vezes de forma clandestina. Embora nessas áreas não se tenha adensamento urbano, mas sim um tipo de “formação de cidades com características rurais” com espaçamentos entre edificações essa situação não deixa de ser um risco ambiental e conseqüentemente um perigo no tocante ao planejamento futuro.

6.1.3 Análises de situações de risco humano

Nas incursões de campo, alguns pontos relativos à presença humana predatória foram observados e plotados no mapa 6. Tratam-se basicamente de fatores ligados ao saneamento básico e à devastação de áreas de preservação permanente.

Em praticamente todas as geofácies analisadas no item 5.3 foram encontradas lixo disposto no meio ambiente nos povoados de forma aleatória, nas áreas de APP ou mesmo no próprio lixão do município, localizado o povoado aguilhadas, o qual compromete as nascentes e as lagoas em seu entorno.

O abastecimento de água nos povoados é feito através do sistema de abastecimento convencional (E.T.A), de fontes superficiais (água bruta), chafarizes comunitários ou através de poços subterrâneos particulares.

Na sede municipal de Pirambu não existe infraestrutura de esgotamento sanitário, todo o efluente líquido e sólido doméstico é despejado diretamente no rio Japarutuba e no mar, assim como os efluentes do atracadouro/entreposto pesqueiro, localizado na planície de inundação do referido rio, conforme fotos das incursões de campo (6.2.2).

Todas essas situações acabam por “concorrer” com as paisagens cênicas da área de estudo além de oferecer riscos à saúde da população local e também dos turistas.

6.2 Proposta de Uso e Ocupação Urbana

6.2.1 Integração de Dados

A análise integrada do mapa de Geofácies (mapa 7), que exhibe os aspectos superficiais das paisagens (geológicas e geomorfológicas), seus processos dinâmicos e principalmente suas similaridades, com o mapa de vulnerabilidade ambiental (mapa 5), somados as áreas identificadas “*in loco*” como perigos naturais, conduz à definição desta proposta de Uso e Ocupação Urbana. Esta proposta condiciona-se as delimitações das áreas de APP e RPPN já definidas na região bem como as áreas de risco humano (mapa 6), já identificados a partir dos campos realizados.

O mapa 8 superpõe todas as condicionantes contidas nos mapas acima citados, permitindo gerar a proposta de sugestão de ocupação urbana, produto final desse trabalho.

6.2.2 Incursões de Campo

As incursões de campo aconteceram às margens da Rodovia SE 100, partindo de Pirambu sentido Pacatuba. A escolha se deu por ser o melhor acesso ao litoral, e contemplar de forma rápida e segura a maior quantidade de geofácies. A SE-100, de trajeto paralelo a linha da costa, é o vetor viário de “desenvolvimento” que pretende integrar o litoral norte de Sergipe a Alagoas, e esse ao resto do litoral nacional.

Foram realizadas 03 incursões de campo, tendo como objetivo o reconhecimento geral da área, suas paisagens naturais, identificação dos Geossistemas e suas alterações naturais e antrópicas, as formas de ocupação humana, bem como verificação de indicadores de risco e perigo. Todo material fotográfico e informações relativas ao mesmo foram devidamente registrados e explicitados no quadro de incursões de campo (Anexo 1) e nos mapas

temáticos anexos. Esses registros foram realizados utilizando GPS GARMIM eTrex[®] 30, o que possibilitou a obtenção das coordenadas dos referidos pontos visitados.

Com resultado dessas incursões seguem a descrição e análise dos principais pontos inspecionados, divididos por indicadores de risco, sejam eles antrópicos ou naturais.

Ponto 01: Lançamento de esgoto doméstico na foz do rio Japaratuba

Descrição: O município de Pirambu não possui tratamento de esgoto. Todo esgoto doméstico da sede municipal é lançado de forma "*in natura*" na foz do rio Japaratuba, como pode ser visto da ponte que liga Barra dos Coqueiros a Pirambu (Figura 75) e nas proximidades do atracadouro/entrepasto pesqueiro, anexo a sede municipal de Pirambu (Figura 76). Essa contribuição além de causar uma série de doenças de veiculação hídrica, causa degradação da paisagem natural e diminuição do índice de balneabilidade do referido rio junto a sua foz.



Figura 75 - Despejo de esgoto doméstico na foz do rio Japaratuba (Ponto 01). Fonte: Adriano Silva (2015).



Figura 76 - Margem direita do rio Japarutuba. Fonte: acervo do autor.

Ponto 02: Invasão em terreno do SPU, as margens da SE 100.

Descrição: Na entrada do município nas proximidades do ponto 02 existe uma invasão desde 2013 (Figura 77). Após essa invasão foi retirado parte da vegetação rasteira e do coqueiral. Esse assentamento está "instalado" em uma área de solo arenoso (Neossolos Quartzarênicos) associado à planície fluvial do rio Japarutuba, o que lhe confere vulnerabilidade classificada como muito forte. São solos frágeis com alto potencial de contaminação freática. Os moradores constantemente realizam queimadas tanto para lixo como para preparo de alimentos. Essa ocupação irregular é no terreno onde antigamente era o depósito de lixo municipal.



Figura 77 - Invasão em solo arenoso da planície fluvial do rio Japaratuba.

Ponto: 09, 19, 22, 23, 48, 49 Erosão Continental

Descrição: Em todo o percurso do campo identifica-se uma série de erosões continentais, principalmente na unidade tabuleiros costeiros, embora não se tenha registrado adensamento humano associado às mesmas, configurando apenas um problema a ser considerado no tocante ao planejamento urbano. Esse tipo de fenômeno se dá pela retirada da vegetação nativa somado à precipitação atmosférica, configurados tipicamente como processos de ravinamento e voçorocamento, podendo ocorrer de forma natural

(Figura 80, 83, 84, 86) ou por ação antrópica (Figura 79, 81, 82, 85). Essa última associado à retirada de material para construção civil de forma clandestina.



Figura 78 - Erosão continental (ponto 09) SE 100. Fonte: acervo do autor.



Figura 79 - Erosão continental (ponto 19) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.



Figura 80 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.



Figura 81 - Erosão continental – Voçorocas (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.



Figura 82 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 22) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.



Figura 83 - Erosão continental– Ravinamento (ponto 48) Prox. Pov. Alagamar. Fonte: acervo do autor.

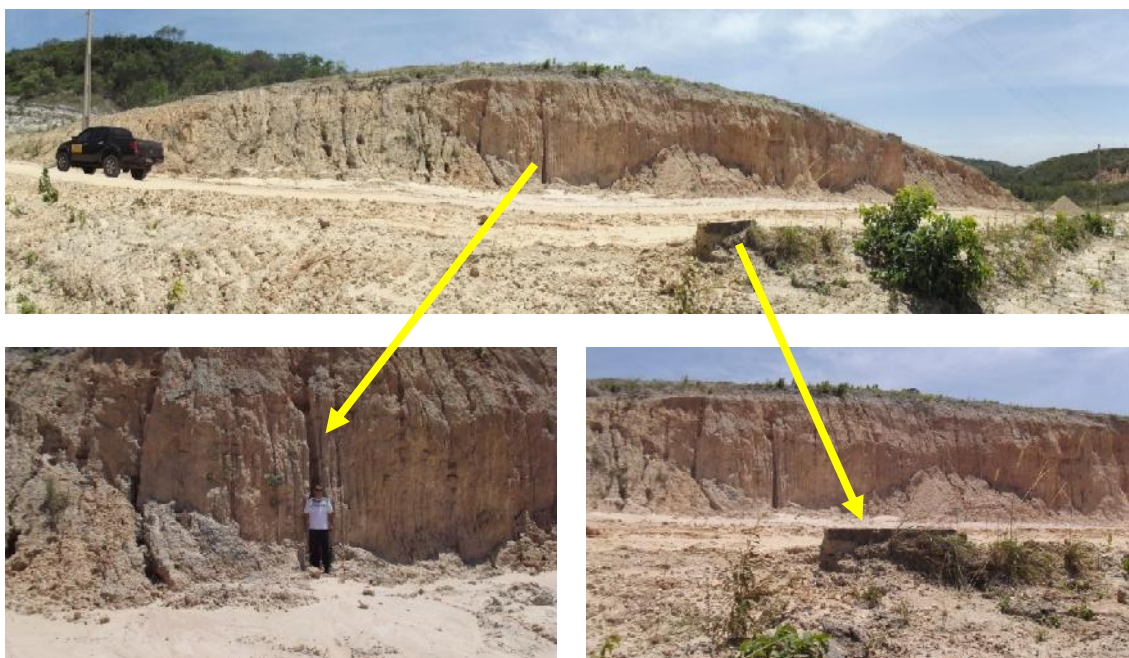


Figura 84 - Erosão continental – Ravinamento (Ponto 23) Prox. Pov. Aguilhadas. Fonte: acervo do autor.



Figura 85 - Erosão continental– Voçorocas (ponto 49) Prox. Pov. Alagamar. Fonte: acervo do autor.

Ponto 18, 30, 46 e 47: Disposição irregular de lixo doméstico próximo aos povoados (rurais).

Descrição: Em todo o percurso do campo, observou-se que quando se registra um aglomerado rural (povoado), independente da geofácies, verifica-se lixo disposto no meio ambiente de forma aleatória (Figura 91, 92). Fato também percebido nas áreas de APP (Figura 88, 89, 90) ou mesmo no próprio lixão do município, localizado no povoado aguilhadas (Figura 86). Esse lixão

localiza-se na SE 100, no caminho a lagoa redonda (principal paisagem local), “instalado” em solo arenoso e a 650 metros do rio Aningas e rodeado de dunas continentais, o que lhe confere vulnerabilidade classificada como muito forte. A disposição de resíduos sólidos domésticos a céu aberto causa uma série de impactos ambientais, dentre eles destacamos: a proliferação de vetores (mosquitos, baratas e ratos, etc.), poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas (através do chorume) e problemas sociais e econômicos devido à presença de catadores, os quais retiram do lixo o seu sustento, e muitas vezes residindo no próprio local.



Figura 86 - Lixão do Município (Pov. Aguilhadas) Ponto 18. Fonte: acervo do autor.



Figura 87 - Disposição de lixo na APP Lagoa Redonda - Ponto 30. Fonte: acervo do autor.



Figura 88 -Disposição de lixo na APP Lagoa Redonda- Ponto 30. Fonte: acervo do autor.



Figura 89 - Disposição de lixo doméstico (Entorno da RPPN – Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia) Ponto 46. Fonte: acervo do autor.



Figura 90 - Disposição de lixo doméstico (Pov. Água Boa) - Ponto 47. Fonte: acervo do autor.



Figura 91 - Disposição de lixo doméstico (Pov. Água Boa) - Ponto 47. Fonte: acervo do autor.

Ponto 27, 39, 50: Abastecimento de água.

Descrição: O abastecimento do município se dá de 04 formas: sistema de abastecimento convencional (com distribuição e ligação domiciliar, Figura 92), nas localidades mais próximas da sede municipal; fontes superficiais (água bruta, Figura 94), chafarizes comunitários (Figura 93) ou através de poços subterrâneos particulares. No primeiro caso antes da distribuição a água captada é tratada eliminando as bactérias que causam doenças por veiculação hídrica. A captação em fontes (olhos D'Água) coloca a população consumidora em situação de risco, pois, não se tem qualquer controle sobre sua

portabilidade, o fato de estar inserida na zona rural e dentro de um povoado (Aguilhadas), levanta outra problemática, onde estão localizadas as fossas negras desse aglomerado?. No caso do abastecimento a partir de chafarizes comunitários, o processo até a distribuição passa por tratamento.



Figura 92 - Sistema de distribuição/ligação domiciliar (Pov. Lagoa Redonda) Ponto 27. Fonte: acervo do autor.



Figura 93 - Chafariz comunitário (Pov. Água boa) Ponto 39. Fonte: acervo do autor.



Figura 94 - Fonte de água (abastecimento humano) Pov. Aguilhadas e distribuição através de carroça, Ponto 50. Fonte: acervo do autor.

Ponto 15: Desmonte de dunas

Descrição: A rodovia estadual SE 100 está em processo de duplicação no trecho Pirambu - Pacatuba, atendendo o projeto do governo do estado de Sergipe de integrá-la (sentido norte) a infraestrutura viária do estado de Alagoas. Nesse processo dois aspectos precisam ser destacados: o desmonte de dunas para duplicação e o parcelamento do solo para fins imobiliários (especulativos). No Geossistema Tabuleiro Costeiro de Pirambu, destacam-se a presença de dunas continentais, ecossistemas muito frágeis, tendo composição predominantemente arenosa (Neossolos Quartzarênicos), que quando submetidos a alterações, como retirada das espécies pioneiras, causam transportes de seus sedimentos para outras áreas mais interiores. Esta geofácies tem um papel importantíssimo na recarga dos aquíferos da região.



Figura 95 - Desmonte de dunas para duplicação da SE 100, sentido norte Ponto 15. Fonte: acervo do autor.

Ponto 15, 16, 17 e 18: Parcelamento do solo no trajeto da SE 100

Descrição: No processo de duplicação da rodovia estadual SE 100, observa-se parcelamento do solo para fins imobiliários (especulativos).

Praticamente toda margem está à venda, inclusive áreas de APP, desde o povoado aguilhadas até as imediações de Lagoa Redonda. No entorno dessa rodovia existem diversos ecossistemas frágeis, além de lagoas e diversas dunas continentais (Figura 97, 98, 99).



Figura 96 - Lotes no entorno da SE 100, sentido norte - Ponto 16 a 17. Fonte: acervo do autor



Figura 97 - Lotes no entorno da SE 100, sentido norte – Prox. Ponto 18. Fonte: acervo do autor



Figura 98 - Lotes sob duna continental vegetada "a venda" no entorno Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia - Ponto 36. Fonte: acervo do autor.

Ponto 11: Jazida de extração de mineral licenciada

Descrição: No município existem algumas jazidas de extração mineral licenciadas, utilizadas como matéria-prima para as indústrias de construção civil do estado. Na área também é observado à extração de areia, piçarra e barro, todos de forma clandestina. Esse tipo de atividade expõe o solo devido à retirada da vegetação nativa o que pode ocasionar erosão continental (Figura 60).

Ponto 30, 32, 40: Empreendimentos locais ligados a indústria do turismo.

Descrição: No município existem alguns empreendimentos ligados ao turismo são: pousadas, bares, dentre outros. O camping do município é localizado do povoado Lagoa Redonda (Figura 99), distando 850 m da lagoa do Sangradouro e 300 m da RPPN Dona Benta e seu Caboclo. Existe um Eco parque (Lagoa Grande), com serviços de hotelaria, esse empreendimento é localizado nas proximidades do povoado Santa Izabel, distando 100 m da Lagoa do mesmo nome, e outras no seu entorno (Figura 100). No entorno da Lagoa Redonda existem alguns bares, os quais exploram a paisagem como atrativos ao turismo, esses estão em área de APP (dentro da REBIO). Não existe nenhum tipo de tratamento de efluentes, a depender do período eles colocam as mesas dentro do próprio canal do rio (Figura 102).

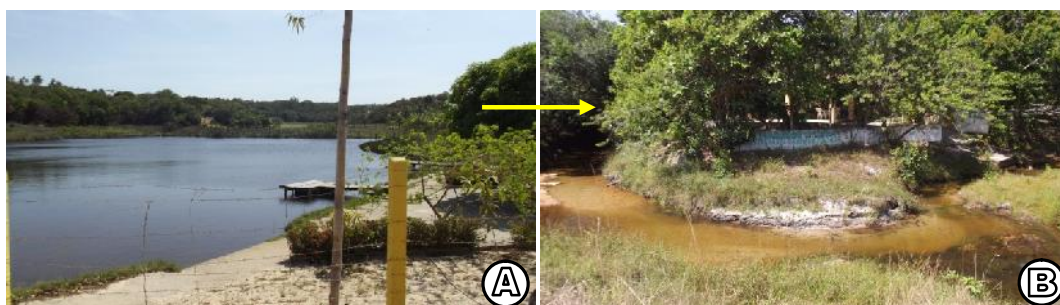


Figura 99 - (a) Lagoa formada por braço do rio Sapucaia (b) Camping do Município – Ponto 32.
Fonte: acervo do autor



Figura 100 - Empreendimento Eco parque Lagoa Grande – Ponto 40. Fonte: acervo do autor.



Figura 101 - Empreendimento inacabado (RPPN Dona Benta e seu Caboclo) – Ponto 35. Fonte: acervo do autor



Figura 102 -(a) Paisagem da Lagoa Redonda (b) Bar anexo ao poço de tartaruga (c) Bar localizado ao outra margem da lagoa – Ponto 30. Fonte: acervo do autor

Ponto 31: Cemitério João Paulo Correia

Descrição: O Cemitério João Paulo Correia é localizado no povoado Lagoa Redonda (Figura 103), na via de acesso a Lagoa do Sangradouro (maior do município), ele dista exatos 950 m dessa lagoa, 80 m do camping (Paraíso Lagoa Redonda), que tem uma grande lagoa anexa. Outro ponto a se destacar é a proximidade com o rio Sapucaia (95 m). O licenciamento desse tipo de empreendimento é extremamente complexo, e algumas prerrogativas são básicas como suas características geoambientais, dentre elas destacamos a pedologia. O solo onde está situado é arenoso (Neossolos Quatzarênicos – Hidromórfico), que é extremamente frágil do ponto de vista da contaminação. No processo de decomposição o corpo libera diversos contaminantes

(necrochorume), sendo que quando há presença de umidade, como é o caso desse cemitério, esse é inibido devido a um processo conhecido como saponificação, devido a isso além de mais duradouro é consequentemente mais contaminante. Outro fator preocupante é a infiltração dos túmulos por águas pluviais, que aceleram o escoamento e a percolação desses compostos para o aquífero granular. O Cemitério João Paulo Correia é situado na parte mais alta da via de acesso o que acelera o escoamento para áreas mais baixa, no caso a lagoa anexa ao camping (ponto 32).



Figura 103 – (A) Cemitério João Paulo Correia– Ponto 31 e (B) Imagem aérea Google Earth que ilustram o entorno vulnerável do cemitério. Fonte: acervo do autor

Ponto 29: Base da BR – Poço de Tartaruga (*on shore*)

Descrição: Dentro da Unidade de conservação - Reserva Biológica de Santa Isabel – REBIO, existe uma Base da Petrobras– Poço de Tartaruga (*on shore*). Essa é localizada as margens da Lagoa Redonda, rodeada de Dunas Litorâneas, densa vegetação de restinga e uma espécie de mirante, onde praticamente se vê todo o contexto da paisagem do município. Esse empreendimento está localizado na área mais frágil do município, com associação de solos arenosos com planície de inundação (Figura 104).



Figura 104– Poço de Tartaruga (REBIO)– Ponto 29. Fonte: acervo do autor

Ponto 30: Privatização de áreas de APP “bens coletivos”

Descrição: Nas margens da Lagoa Redonda observa-se uma privatização de áreas de APP “bens coletivos”, tanto para uso comercial (bares e restaurantes) quanto uso “residencial”. O que está em desconformidade com a Lei Nº 12.651/ 2012 (Novo Código Florestal). São bares com cercas de arames farpados que impedem a população local e turistas de desfrutarem das paisagens naturais, induzindo o uso recreativo associado ao consumo do estabelecimento (Figura 105).



Figura 105 - Bares com cercas impedindo o acesso a Lagoa Redonda– Ponto 30. Fonte: acervo do autor

6.2.3 Definição das Áreas com Potencial Urbano para o Planejamento Urbano Sustentável.

A partir da análise do mapa 8 (Proposta de Sugestão de Ocupação Urbana), é possível observar os locais que foram classificados como: **áreas protegidas, áreas com restrições urbanísticas, áreas favoráveis a urbanização e áreas com ocupação consolidada**, conforme Quadro 22 abaixo:

Quadro 22 - Classificação das áreas quanto ao potencial urbano. Fonte: autor 2010

	CLASSE	DEFINIÇÕES
01	ÁREAS PROTEGIDAS	São áreas com restrições legais a ocupação urbana (REBIO, planície Flúvio-lagunar, Flúvio-marinha, RPPN's)
02	ÁREAS COM RESTRIÇÕES URBANÍSTICAS	São áreas que apresentam "sensibilidades ambientais" para a ocupação urbana, necessitando da adoção de medidas adicionais para tais empreendimentos.
03	ÁREAS FAVORÁVEIS A URBANIZAÇÃO	São aquelas que apresentam as menores restrições, ou seja, apresentam pouca ou nenhuma restrição geoambiental.
04	ÁREAS COM OCUPAÇÃO CONSOLIDADA:	São relativas a áreas urbanas já consolidadas estabelecidas em locais que podem oferecer riscos.

Nas **áreas com ocupação consolidada**, sede municipal, observa-se uma intensa interferência antrópica, tanto decorrentes da implantação dos equipamentos urbanos, como também referente à ocupação desordenada, feita de forma espontânea, sem nenhum auxílio técnico do poder público. Os principais problemas ambientais encontrados na área são: a impermeabilização, contaminação do lençol freático por fossas sépticas, a emissão de efluentes em canais e a céu aberto, remobilização de material nos campos de dunas e a exploração desordenada para o turismo da área de praia, que deixa como “herança” a deposição irregular de lixo, além da ocupação por mesas e cabanas. Todos esses problemas citados comprometem a balneabilidade da praia.

As **áreas classificadas como favoráveis à urbanização** são aquelas que apresentam as menores restrições ambientais que possam afetar os Geossistemas. O nível dos processos geoambientais tem caráter natural, sendo a pedogênese o processo predominante. A influência antropogênica ainda é muito pequena, o permite a possibilidade de planejar sua ocupação, ordenando seu espaço físico em compatibilidade com as potencialidades e restrições geoambientais descritas.

Já nas **áreas com restrições urbanísticas**, além da aplicação da metodologia descrita nessa dissertação, outras condicionantes suplementares devem ser analisadas baseadas na peculiaridade de cada Geossistema analisado, considerando suas escalas de trabalho. Podem ser ocupadas, porém, seguindo determinados critérios técnicos e diretrizes (áreas consolidáveis com intervenções estruturantes), geralmente associadas à investimentos onerosos para fins urbanos.

Finalmente, nas **áreas protegidas**, as restrições contam além de toda a metodologia apresentada, aspectos legais que podem ser referentes a atributos naturais (APP / RPPN's) ou simplesmente cláusulas impostas por legislações adicionais, como planos diretores municipais e/ou estaduais ou áreas de risco impostos por falta de ordenamento (aeroportos localizados em áreas adensadas) ou riscos em áreas industriais conforme caracterizado no item 3.3

como Perigo Tecnológico (*Technological Hazards*). No estado de Sergipe a ZEA - Zona de Expansão de Aracaju e seu entorno é um exemplo desse tipo de zona restritiva.

Com todas essas condicionantes definidas, espera-se que as intervenções antrópicas dentro de quaisquer paisagem natural, sejam embasadas em critérios técnicos e legais. A produção do espaço urbano, por si só, é impactante, pois, provocam alterações que podem variar desde as condições climáticas, topografia, pedologia, cobertura vegetal, dentre outros. Pereira e Silva (2011) definem o, urbanismo de risco, como o processo de habitação marcada pela insegurança do terreno, da construção e da condição jurídica de posse do território, é caracterizado pela fragilidade ambiental e reflete a maneira inadequada como se dá a ocupação humana sobre o ambiente durante o processo de urbanização.

No caso da área de estudo, o município não dispõe até o momento de plano diretor, o que está em desacordo com a Lei Federal nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), que é a norma jurídica que trata da política urbana nacional, a qual institui o plano diretor como instrumento básico no ordenamento e disciplinamento urbanístico municipal.

Em se tratando de uma área de interesses turísticos e imobiliários, devido aos atributos já citados, e além ser uma área de elevada fragilidade ambiental, esse instrumento pode ser o divisor de águas na política urbana ambiental do município de Pirambu.

6.2.4 - Proposta de método para urbanização de restingas

Segundo Rocha (1994), o ecossistema restinga foi um dos primeiros ambientes a sofrer intervenções antrópica desde a época do descobrimento. Quanto mais a restinga adentra o continente maior teor de matéria orgânica e umidade disponível ela encontra para se desenvolver o que reflete diretamente no seu porte.

As alterações nessa vegetação devem obedecer algumas recomendações básicas como a manutenção de manchas significativas para que o ecossistema não seja enfraquecido além de contribuir para os corredores ecológicos (deslocamento da fauna e, conseqüentemente, a troca genética entre as espécies) mais próximos de áreas mais preservadas. Essas recomendações são fundamentadas nas concepções propostas por Lang & Blashke (2009), o qual versa sobre a compreensão dos elementos dominantes dentro de uma paisagem, a partir do conceito de Mancha-Corredor-Matriz.

O modelo seguido no Brasil de traçado reticular cartesiano faz com que qualquer intervenção urbanistas sejam preliminarmente retirados grandes quantidades de vegetação “quebrando” com isso todo fundamento de preservação e de corredores ecológicos já mencionados. Goldstein *et al* (1981) propôs um método de intervenção, nela o traçado proposto segue uma disposição onde é favorecido a manutenção desse ecossistema, fazendo com que as intervenções façam parte do contexto e não sendo “mais” importantes que o substrato anterior (Figura 106). Segue algumas recomendações:

- Modificação do desenho dos loteamentos de modo a diminuir a fragmentação do ecossistema;
- Manutenção de manchas da cobertura vegetal original, maiores e mais próximas possíveis umas das outras de modo a se formarem corredores de dispersão e deslocamento para as espécies;
- Utilizar plantas nativas na ornamentação urbana e nos jardins das casas.

Essas recomendações são importantes, pois além de contribuir com a biodiversidade refletem em uma maior qualidade ambiental, valorização econômica local e principalmente gastos para a recuperação do ambiente.

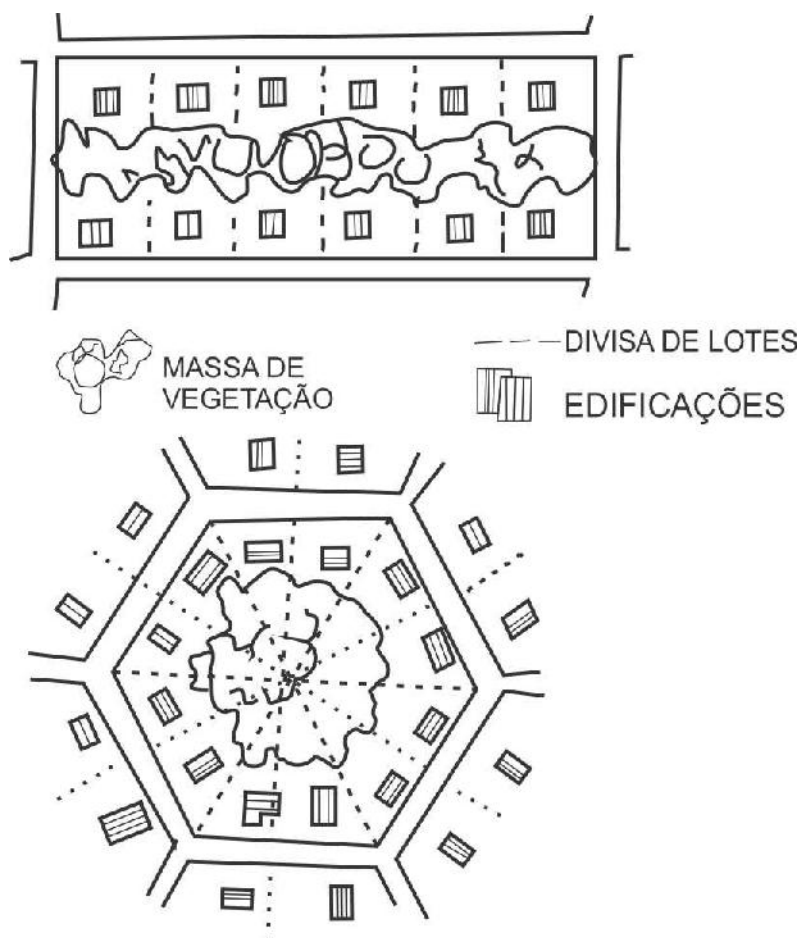


Figura 106 - Sugestões de intervenção urbanística em área de restinga, proposto por Goldstein *et al.*, 1981.

Essa realidade é observada no “modelo” urbanístico do “bairro aberto” Riviera de São Lourenço (Figura 3) no município de Bertioga-SP (120 km da Capital). Apesar de ser premiada internacionalmente como “modelo de desenvolvimento urbano”, esse empreendimento foi instalado em vegetação nativa de restinga. Nessa intervenção os conceitos propostos por Lang & Blashke (2009), Mancha-Corredor-Matriz, não foram considerados, o que vemos, atualmente é a conservação dessas áreas naturais como ilhas fragmentadas, sem contato com a matriz dominante até o momento.

7. CONCLUSÃO

A utilização dos procedimentos metodológicos aplicados na área objeto de estudo se mostrou bastante eficiente. Na parte quantitativa foram elencados índices de vulnerabilidades (método rápido e semi-automático) e na parte qualitativa, análise e interpretação das variáveis. Desta forma, foram espacializados e combinados em ambiente SIG, proporcionando vislumbrar as seguintes conclusões:

- a) Agrupamento em 08 unidades geoambientais (geofácies), as quais foram definidas e suas suscetibilidades à vulnerabilidade ambiental, risco natural e ao fator humano;
- b) O Índice de vulnerabilidade ambiental comprovou que o município de Pirambu-SE, apresenta um índice variando entre muito alto a muito baixo, o que demonstra a heterogeneidade do seu território, necessitando com isso atenção estratégica por parte da administração pública nas intervenções urbanísticas;
- c) As identificações das áreas vulneráveis demonstram a necessidade de um olhar cauteloso da gestão pública municipal no sentido de estabelecer um manejo equilibrado com políticas públicas que visem à sustentabilidade destes ambientes;
- d) Prováveis situações de risco identificadas.

A partir dessas informações foram analisadas e avaliadas sua aptidão e restrição ao planejamento urbanístico sustentável em cada geofácies anteriormente caracterizada, com segue abaixo:

As áreas classificadas como **áreas protegidas** (cor vermelha) ficaram especializadas nas seguintes geofácies:

- Planície Flúvio-marinha (maguezal), em toda sua extensão, conforme Lei Nº 12.651/2012, a qual versa sobre o novo código florestal.
- Planície Flúvio-lagunar (rios, lagos e lagoas), em suas faixas marginais, sendo 100 metros para os rios e 50 metros para as lagoas, conforme Lei Nº 12.651/2012.

- Reserva biológica de Santa Isabel – REBIO e sua zona de amortecimento, todo seu trecho, as quais compreendem os Terraços Marinhos e Dunas Litorâneas, conforme Decreto Federal nº 96.999 de 20 de outubro de 1988.

No caso da zona de amortecimento (ZA) das Unidades de conservação (UC), a Lei No 9.985/2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu Art. 25 versa que nessas unidades, além da (ZA), quando for conveniente, devem possuir também corredores ecológicos (excetuando-se as APA's e as RPPN's). O decreto No 99.274/99, fixa em seu Artigo 27 que nas áreas circundantes das (UC), um raio de 10 Km (dez quilômetros), qualquer atividade que possa afetar a biota ficará subordinada as normas editadas pelo CONAMA. Na referida Reserva até o presente momento não dispõe de plano de manejo.

- Reservas particulares do patrimônio natural- RPPN's, no município compreendem a Dona Benta e seu Caboclo e Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia, conforme portarias: 71 - DOU 167/2010 e 92 - DOU 222/2011, respectivamente.

As áreas classificadas como **áreas com restrições urbanísticas** (cor amarela) ficaram especializadas nas seguintes Geofácies:

- Planície Flúvio-lagunar, referente às áreas adjacentes aos 100 metros, dentro da planície de inundação, a ocupação dessa área apesar de ser legal, pode trazer diversos problemas, devido ao extravasamento do leito do rio, bem como ao comportamento mecânico dos solos para intervenções urbanas, pois, trata-se de sedimentos aluvionares, composto de argilas plásticas e areias, e de fácil contaminação do manancial por fossas e rede de saneamento básico.

No caso do rio Japarutuba, os efeitos dinâmicos de sua morfologia somados ao impacto das ondas no continente, fazem com que além dessa vulnerabilidade ambiental, seja adicionado o perigo natural de erosão costeira,

o que deve ser adicionado nas leis municipais como impeditivo a intervenções urbanísticas nessa faixa costeira, já demasiadamente consolidada.

- Terraços Marinhos, referente aos depósitos quaternários (eventos paleoambientais). São friáveis devido a sua origem recente. Outra condicionante na intervenção é a vegetação predominante de restinga, que necessita de manejos especiais para a intervenção.
- Dunas Continentais e Litorâneas: compostas por sedimentos arenosos composto por Neossolos Quatzarênicos. São sedimentos inconsolidados muito frágeis, que tem grande poder de absorção e de recarga de aquífero, por outro lado, podem ser contaminados facilmente. Outra condicionante é quando vegetadas por restinga, que são consideradas áreas de APP pelo novo código florestal, mas podem ser suprimidas se autorizadas em caso de utilidade pública (obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social e em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda).

Essa alteração instituída por esse código é um retrocesso à proteção do sistema litorâneo. Essas feições devem ser entendidas como ecossistemas, compreendendo praias, campos de dunas (vegetados ou não), e sua planície de deflação. Com isso, abre-se o precedente legal para sua ocupação. Nesse caso cabe aos estados e os municípios a implementação de leis que garantam essas áreas como APP.

- Superfície Tabular: apresentam altitudes 50 a 70m, o que condiciona a restrições em construções em suas bordas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais.

Finalmente, as áreas classificadas como **favoráveis a urbanização** (cor verde) ficaram especializadas nas Geofácies Superfície Dissecada em Colinas de Topo Plano Convexo, que além de ser apontada como a menos vulnerável do ponto de vista da vulnerabilidade ambiental, sendo classificadas como baixa. Tem restrição legal somente nas planícies de inundação dos rios que as cortam.

Dentre todas as geofácies essa detém as melhores condições para intervenções urbanas, já que a sede municipal não se tem mais reservas de terreno. Nessa geofácies foram observados e identificados como mostra no mapa 7, situações de erosão continental em várias partes, muitas vezes associada à retirada de material pra construção e a antropização da vegetação natural, bem como risco humano associado à disposição irregular de lixo doméstico nas proximidades dos povoados e no lixão municipal, o qual se localiza próximo a Pov. Aguilhadas.

As áreas classificadas como **áreas com ocupação consolidada** (cor azul) ficaram restritas a sede municipal de Pirambu. Por ser a área representativa da intensa atividade antrópica, com traçado desorganizado, apresentando situações de inundações em parte de sua sede municipal, erosão costeira na sua orla litorânea e contaminação na foz do rio Japarutuba por lançamentos "*in natura*" de esgoto doméstico a céu aberto de todo município. Esse cenário torna-se inviável o reordenamento urbano devido ao alto custo empregado, porém é imperativo o planejamento de novas áreas para expansão do município, de modo que os impactos ambientais sejam reduzidos.

A contribuição científica dessa dissertação de mestrado acadêmico fundamenta-se na possibilidade de se planejar uma área que ainda se encontra em bom estado de conservação, se comparado aos municípios costeiros do estado, de forma que se possa conciliar ambientes naturais com a necessidade de intervenções urbanas. Os resultados alcançados podem ser utilizados como subsídio ao planejamento e ordenamento urbanístico do município de Pirambu. A metodologia empregada no planejamento urbano-ambiental da área de estudo pode ser aplicada em outras áreas, considerando as peculiaridades locais e outros aspectos restritivos ao uso como leis municipais, estaduais e federais ou outras complementares.

A valorização do planejamento racional da ocupação e uso do espaço costeiro é muito recente e os constantes problemas resultantes do avanço da urbanização sobre essas áreas, que deveriam ser preservadas, mostram que ainda é longa a estrada a ser percorrida.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves N. M. S., Silva D. B., Fontes A. L. 2013. Análise da Paisagem e Avaliação Morfodinâmica do Município de Pirambu – Sergipe, Brasil. In: 14° EGAL - Encontro de Geógrafos da América Latina – Reencontro de saberes territoriais Latinoamericanos. Perú.
- Alves, N. M. S. 2010. Análise Geoambiental e Socioeconômica dos Municípios Costeiros do Litoral Norte do Estado de Sergipe – Diagnóstico como Subsídio ao Ordenamento e Gestão do Território. MS Dissertation, Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe.
- ANP. 2008. Sumário Executivo Externo do Campo de Tartaruga - Contrato de Concessão n° 48000.003835/97-35. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=918>>. Acesso em: novembro. 2015.
- Araújo S.S. 2008. Conflitos sócio-ambientais relacionados ao uso da água outorgada da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba – SE. São Cristóvão, 2008. 117 f.: il.
- Ayoade J.O. 1991. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 332 p.
- Bacias Hidrográficas em Sergipe. Disponível em: <www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/modules/tinyd0/index.php?id=20>. Acesso em: setembro. 2015.
- Barbosa A. A. A. 2014. Análise da influência da dinâmica costeira e fluvial nas mudanças atuais na foz do rio Japaratuba, Pirambu, Sergipe. TCC-Geologia, Centro de ciências exatas e da terra, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE.
- Bardet G. (eds.). 1990. O urbanismo: Trad. F.C.Nascimento. Campinas. Papirus.
- Barret E.C. & Curtis L.F. (eds.). 1992. Introduction to environmental remote sensing. Chapman & Hall. 3 a Ed. London, UK. 426p.

- Basílio M.E. 2012. Análise Geoambiental aplicada ao uso e ocupação do solo na região da enseada - município do Guarujá (SP). MS Dissertation, Centro de Pós-graduação e Pesquisa, Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos, São Paulo.
- Beltrame A.V. (eds.). 1994. Diagnóstico do meio físico em bacias hidrográficas: modelos e aplicações. Ed. UFSC: Florianópolis-SC.
- Benévolo L. (eds.). 1971. Storiadell' architettura moderna: Bari, Editori Laterza.
- Bird E C.F. 1999. Beach Management. John Wiley & Sons Inc., New York. 292p.
- Bittencourt A.C.S.P. & Martin I. *et al.* 1983. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.13, nº 2, p. 93-97.
- Bittencourt A.C.S.P., Oliveira M.B., Dominguez J.M.L. 2006. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro - Sergipe. Ministério do Meio Ambiente - Brasil. 5p.
- BNB. 2005. A atividade turística no Nordeste. Fortaleza. Disponível no site: <<http://www.bnb.br>>. Acesso em: 31 de maio. 2015.
- Bomfim L.F.C. 2002a. Projeto cadastro de infra-estrutura hídrica do nordeste: estado de Sergipe: diagnóstico do município de Barra dos Coqueiros. Aracaju: CPRM/SRH/SEPLANTEC. 20 p.: il.
- BRASIL (1983). Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL: folha SC.24/25 Aracaju/Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 851 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 30).
- BRASIL, Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Lei Número 9985 de 18 de julho de 2000. Brasília: 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.html. Acesso em: abril. 2015.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro e dá outras providências. 1965. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm Acesso em: 09 out. 2015.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Noções Básicas de Cartografia. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/indice.htm>. Acesso em: abril. 2015.

Bruni M. A. L. & Silva H. P. 1983. Mapa Geológico do Estado de Sergipe. [Aracaju]: Codise,. 1 mapa color. Escala 1:250.000. Convênio DNPM/Codise.

Brunn S.D., Williams J.F., Zeigler D.J. 2003. Cities of the World: World Regional Urban Development. London: Rowan & Little fields. 258-260 p.

Campos Neto O.P.A., Lima W.S., Gomes C.F.E. 2007. Bacia de Sergipe-Alagoas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415. maio/nov.

Cerri L.E.S. & Amaral C.P. 1998. Riscos Geológicos. In: BRITO, S. N. A.; OLIVEIRA, A. M. S. Geologia de Engenharia. ABGE, São Paulo, 1998. p. 301-310.

Climate-Data. Gráfico de temperatura do município e climático do município de Pirambu - SE. Disponível em: <<http://tribunadapraia.blogspot.com.br/2013/07/piscinao-alagamentos-da-antonio-torres.html>>. Acesso em: dezembro. 2015.

Couwen D.J. 1988. GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54: 1551-4.

CPRM. 2005. Mapa Geológico do Brasil, escala 1:1.000.000. Serviço Geológico do Brasil.

Cruz C.B.M., Menezes P.M.L. 2009. A cartografia no ordenamento territorial do espaço geográfico brasileiro. In: Almeida F.G., Soares L.A.A. (org.) Ordenamento Territorial: Coletânea de textos com diferentes abordagens no contexto brasileiro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 195-224.

Da Silva C.R., Dantas, M.E. 2010. Mapas Geoambientais. In: 7º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, Anais. Maringá.

- Da Silva C.S.G., Aguiar F. & Valfredo de A. 2013. Zoneamento ambiental urbano e desenvolvimento sustentável. Jus Navigandi, Teresina, ano 18, n. 3556, 27. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/24067>>. Acesso em: 11 mar. 2015.
- Da Silva J.X. 2001. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Editora UFRJ: Rio de Janeiro-RJ.
- De Moraes L.B.B & Vilar J.W.C. Turismo de sol e praia e ordenamento territorial no litoral Sergipano. In: Vilar J.W.C. & Araújo, H.M.de (Org.). Turismo, meio ambiente e turismo no litoral sergipano. São Cristóvão: Editora UFS, 2010, pp. 291-314.
- De Santana L.B. & Fontes A.L. Zoneamento Geoambiental dos municípios de Barra dos Coqueiros e Pirambu. In: Vilar J.W.C., Araújo H.M. (orgs.) Território, meio ambiente e turismo no litoral sergipano. São Cristóvão: Editora, UFS, 2010, 209-226.
- Diniz N.C., Dantas A.C., Scliar C. 2005. Contribuições à Política Pública de Mapeamento Geoambiental no Âmbito do Levantamento Geológico. In: Oficina Internacional de Ordenamento Territorial Mineiro, CYTED (Ciência y Tecnologia para El Desarrollo Cooperacion Ibero Americana), Rio de Janeiro.
- Dominguez J.M.L. & Bittencourt A.C.S.P. 1994. Utilização de padrões de sedimentação costeira como indicadores paleoclimáticos naturais. Revista Brasileira de Geociências, 24 (1) 3-12.
- Dos Santos C.N.C. & Vilar J.W.C. 2014. O Litoral, o desenvolvimento territorial e o estado. In: 13º Seminário Internacional da Rede Ibero-americana de Pesquisadores. Anais. Salvador.
- Dos Santos R.A. (Org.) *et al.*, 1998. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe: texto explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe. Brasília: CPRM. Mapa color, escala 1:250.000. Convênio CPRM – CODISE.
- Dos Santos R.A. (Org.). 1998. Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe: texto explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe.

- Brasília: CPRM; Aracaju: CODISE, 107. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).
- EMBRAPA. 2015. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/> . Acesso em: Agosto. 2015.
- Feijó F.J. 1994. Bacias de Sergipe e Alagoas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 149-161.
- Filho M.C.S. & Sampaio M.A.C.L.F. 2012. Cidades médias: ilusão ou incapacidade de execução de estratégias de desenvolvimento? .In: 8º Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Anais. Rio de Janeiro.
- Fonseca V., Vilar J.W. & Santos M.A.N. 2009. Reestruturação Territorial no Litoral de Sergipe. In: 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina. Montevideu. Imprensa. GEGA, 79-87p.
- Fontes A. L. 1984. Geomorfologia da área de Pirambu e adjacências (Sergipe). MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 152 f.
- Fontes A.L. *et al.* 2012. A Bacia Costeira do Rio Japarutuba: Potencial Geoambiental e Morfodinâmica das Praias Oceânicas Adjacentes: Revista Geonorte, Edição Especial, V.4, N.4, p.1450-1459.
- Gerscovitch D.M.S. (eds.). 2012. Estabilidade de Taludes. São Paulo: Oficina de Textos.
- GIGERCO. 2011. Ata da 41º Reunião do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro, Brasília. Brasil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/ata_41_sess_o_do_gi_gerco_rev27_janeiro_2012_78.pdf>. Acesso em: Maio. 2015.
- Goitia F.C. (eds.). 1992. Breve história do urbanismo: Lisboa, Editorial Presença.
- Guerra A.J.T., Da Silva A.S., Botelho R.G.M. 1999. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand.
- Harvey N.C.B. (eds.). 2003. Coastal Management in Austrália. Oxford University Press, Melbourne, Austrália, 342 p.

- Heyman Y. 1994. Corine land cover technical guide. European commission. P. 136.
- IAEG. 1976. Guide pour la préparation des cartes géotechniques. Les presses de l'Unesco. Paris. 79 p.
- ICMBIO. 2010. Relatório Técnico: Proposta de Retificação e Atualização dos Limites da Reserva Biológica de Santa Isabel, no Estado do Sergipe.
- ICMBIO. 2015. Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/login/?next=/simrppn>. Acesso em: Outubro. 2015.
- Jablonski S., Filet M. 2008. Coastal management in Brazil – A political riddle. Ocean & Coastal Management, 51: 536-543.
- Landim, M. F. A lição do caranguejo-uça. Jornal da Cidade, p. C-4, 10 de setembro de 2003.
- Lang S. & Blaschke T. (2009). Análise da Paisagem com SIG. Tradução: Hermann Kux. São Paulo: Oficina de textos.
- Leuzinger M. D., Godoy L. R. da C., Fernandes M. H. C. 2014 (Orgs). Estações ecológicas reservas biológicas: pesquisa e preservação – Brasília: UniCEUB, 2014. 235 p.
- Lillesand T.M. & Kieffer R.W. (eds.). 1994. Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons. 3ª Ed. New York, EUA. 750p.
- Lins A.J.R. 2006. Estudo de Viabilidade Ambiental, EVA. Atividade de Produção para Pesquisa Poços 6-UPP-1D-SES e 7-TTG-1D-SES (Coords.). v.1. UP Petróleo. Aracaju.
- Lorenzo M. 2010. Pedologia Intemperismo e Pedogênese. Disponível em: <http://marianaplorenzo.com/2010/10/15/pedologia-intemperismo-e-pedogenese>. Acesso em: novembro. 2015.
- Machado M.L., Alves J.S., Gomes L., Vieira E.M., Simão M.L.R., Naime U.J. 2009. Levantamento sistemático dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solos (USLE) para o delineamento de áreas com potencial

erosivo da bacia PN1 – IGAM, Minas Gerais. In: 14º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Natal. Anais XIV. 7733-7739p.

Maricato E (eds.). 2001. Cidades: alternativas para a crise urbana. Petrópolis, RJ: Vozes.

Mendonça, A.P. 2012. Representações Sociais Sobre o Turismo em Pirambu (SE). MS Dissertation, Programa Regional de Pós-graduação em Cultura e Turismo, Universidade Estadual de Santa Cruz /UESC, Ilhéus.

MMA. 2005. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II). Ministério do Meio Ambiente, 9p., Brasília. Brasil.

MMA. 2006. Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada. Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 74p., Brasília. Brasil.

MMA. 2006. Projeto Orla: Implementação em territórios com urbanização consolidada. Ministério do Meio Ambiente–Brasília, Brasil.

MMA. 2008a. Documento Síntese sobre o I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira, 25p, Brasília, Brasil.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (2008b) – Projeto Orla. Brasília. MMA MPO, Brasília D.F., Brasil.

Montardo D.K. 2006. Acidentes geológicos urbanos. Revista informação (Ijuí), v. 82, p. 07-08.

Moraes A.C.R. (eds.). 1999. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec/Edusp.

Muehe D. 2006. Erosão destrói 40% de todo o litoral brasileiro. Disponível em <<http://www.estado.com.br/editorias/2006/09/09/ger1.93.7.20060909.14.1.xml>>. Acesso em 12 Abril. 2015.

Oliveira A.C.C.A., Souza R.M. 2011. Ecodinâmica dos sistemas dunares do município de Pirambu, Litoral Norte de Sergipe. Revista Sociedade e Território, 23 (2): 2-20.

- Oliveira L. M. 2010. Acidentes Geológicos Urbanos. MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Curitiba, 2010 (1ª Edição), 78 p.
- Paes F.S., Dupas F.A., Silva F.G.B & Pereira J.C.D. 2010. Espacialização da perda de solo nas bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí (MG). Revista Brasileira de Geociências, v.29, no.4, p.589-601.
- Pedron, F. A.; Dalmolin, R. S. D.; Azevedo, A. C.; Poelking, E. L.; Miguel, P. 2006. Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano das terras nodiagnóstico ambiental do município de Santa Maria – RS. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.468-477.
- Pereira G.F. & Silva M.N. 2011. Pobreza urbana e degradação ambiental: Reflexões sobre urbanismo de risco em Curitiba, RJ. In: Encontro Nacional da Anpur, 14. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANPUR, 2011. p. 01-17.
- Polivanov H. 2000. Pedologia-Programa de Geologia, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Portal agencia.se. 2015. Governo atrai Resort Spa para Pirambu. Em <<http://www.agencia.se.gov.br/noticias/turismo/governo-atrai-resort-spa-para-pirambu> . Acesso em: Junho. 2015.
- Portal Infonet. 2013. SPU realiza desapropriação de área em Pirambu. Em <<http://www.infonet.com.br/cidade/ler.asp?id=143116> . Acesso em: Abril. 2015.
- Prandini F.L., Nakazawa V.A., Freitas C.G.L. & Diniz N.C. 1995. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1995. p.187-202.
- Rodrigues T.K. 2008. Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe. MS Dissertation, Universidade Federal da Bahia, Mestrado em Geologia, Salvador, BA. 91 pp.

- Rolnik R. (eds.).1999. A Cidade e a Lei: Legislação, Política Urbana e Territórios na Cidade de São Paulo. São Paulo, Estúdio Nobel: FAPESP.
- Santos A., Santos W.A., Araújo H.M. & Neto J.A.N. 2011. Riscos geomorfológicos no bairro Santa Maria Aracaju/se. Revista Geográfica de América Central, II. 1-8.
- Santos C.N.C., Vilar J.W.C. 2010. O litoral sul de Sergipe: contribuição ao planejamento ambiental e territorial. In: Vilar J.W.C., Araújo H.M. (orgs.) Território, meio ambiente e turismo no litoral sergipano. São Cristóvão: Editora, UFS, 2010, 98-118.
- Santos C.R., Oliveira M.R., Redorat R.M. 2012. Área de Preservação Permanente localizadas na orla de municípios costeiros: subsídios para uma Gestão Costeira Integrada. In: 2º Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano: Abordagens, Conflitos e Perspectivas para as Cidades Brasileiras, Anais. Rio Grande do Norte.
- Santos P.S & Vilar J.W.C. 2012. Planejamento Territorial Turístico do Litoral Sergipano. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 1194-1206.
- Sausen T.M. & Moraes N.E.M.L. (eds.). 1982. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geomorfologia. INPE, Brasília, DF, 44p.
- Schaeffer N. Y. 1995. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 7.
- Scherer, M. 2013. Gestão de Praias no Brasil: Subsídios para uma Reflexão. Revista de Gestão Costeira Integrada, 13(1) Lisboa.
- Schwab, J. C. (Ed). 2010. Hazard Mitigation: Integrating Best Practice into Planning. Chicago: American Planning Association (APA). Disponível em <<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=4267>>. Acesso em 10 Abril. 2015.
- Silva C.T. da. 2001. Pequena História de Pirambu. Pirambu: Semec/EMMTC.
- Silva S.T. 2005. Planejamento urbano na Zona Costeira. In: 14º Congresso Nacional do Conpedi, Fortaleza. Anais.

- Silva, C.V.F. 2013. Planejamento do uso e ocupação do solo urbano integrado ao mapeamento de áreas com risco de inundação. MS Dissertation, Engenharia Hidráulica e Ambiental, Politécnica / USP, São Paulo.
- Soares P.C. & Fiori A.P. 1976. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*. Campinas. 16(32):71 - 104.
- Souza C.R de G. 2009. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 9(1):17-37.
- Stranz E., Boselli G. & Alencar A. 2010. Desastres naturais no Brasil: Análise da portarias de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública de 2003 a 2010. Estudo Técnico/CNM, Porto Alegre. Disponível em: <<http://portal.cnm.org.br/sites/9000/9070/Estudos/PlanejamentoUrbano/DesastresNaturaisnoBrasil-CNM.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2015.
- Theodorovicz A. & Theodorovicz Â.M.G. 1994. Projeto Curitiba - Informações Básicas sobre o Meio Físico: subsídios para o planejamento territorial - Folha Curitiba – 1:100.000. São Paulo: CPRM/COMEC. 109 p., Mapa.
- Theodorovicz A., Theodorovicz Â.M.G., Cantarino S.da C. 1999. Projeto Curitiba: Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba: subsídios ao planejamento territorial. CPRM. São Paulo. 45p.
- Thouret J.C. 2007. Avaliação, Prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina. In: Veyret, Y (org.). 2007. Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007 p. 83-112.
- Tognon A.A. 2012. Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia. ABGE.
- Tominaga L. K., Santoro J., Amaral R. do (Orgs). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. 2ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.
- Trentin R. & Robaina L.E.S. 2005. Metodologia para mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: 11º Congresso Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Anais. São Paulo.

- Tribuna da Praia. Alagamentos da Antônio Torres com Castelo Branco. Disponível em: <<http://tribunadapraia.blogspot.com.br/2013/07/piscinao-alagamentos-da-antonio-torres.html>>. Acesso em: dezembro. 2015.
- Tucci C.E.M & Bertoni J.C. 2003 (Org). Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
- Vedovello R. 2004. Aplicações da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Planejamento Urbano. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. ABGE. Mesa redonda. São Carlos-SP.
- Vedovello R., Mattos J.T. 1998. A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a Definição de Unidades Geotécnicas: Uma Abordagem a partir de Sensoriamento Remoto. In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica – SBCG. Anais (CD). Florianópolis-SC.
- Verstappen H.Th. 1977. Remote Sensin in Geomorphology. Amsterdam, ElsevierScientific.
- Vieira L.V.L & Almeida M.G. 2011. Conflitos ambientais no litoral norte de Sergipe. In: 1º Seminário Espaços Costeiros. Instituto de Geociências da UFBA. 11 p.
- Virões M. V. 2013. Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras: estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 – Bacias dos rios Itapicuru, Vaza Barris, Real, Inhambupe, Pojuca, Sergipe, Japaratuba, Subaúma e Jacuípe. / Múcio Valença Virões. – Recife: CPRM. 154p.: il.; 2 anexos + 1 DVD.

ANEXOS

ANEXO 1 - TABELA DE PONTOS DE CAMPO

PONTOS	COORDENADAS (UTM)		DESCRIÇÃO DOS PONTOS DOS CAMPOS	ÍNDICES VULNERABILIDADE	
	X	Y		AMBIENTAL	HUMANO
01	733901	8811775	Lançamento de esgoto doméstico na foz do rio Japaratuba (Vista ponte)		-
02	733954	8812814	Invasão em solo arenoso associado à fluvial		-
03	733902	8813115	Vegetação de aproximação – área de mangue		-
04	733986	8813130	Vegetação de Restinga - Campo Limpo		-
05	733965	8813261	Vegetação de Restinga - Campo Sujo		-
06	733866	8813598	Vegetação de Restinga - Campo Sujo		-
07	734056	8814398	Cordões litorâneos / Ocorrência de Gleissolos		-
08	734174	8814871	Duna Continental – Afloramento Barreiras		-
09	733864	8815376	Afloramento Barreiras - Geofácies Superfície Dissecada em Colinas do Topo Plano Convexo		-
10	733889	8815382	Formação de solo - rocha Barreiras – arenito conglomerático (Formação Barreiras), superposto por um rigolito (rocha) original alterada, porém guardando a estrutura e por fim o solo.		-
11	733852	8815634	Acesso a Jazida de Extração Mineral Licenciada – Barro (Licença ADEMA N° 224/2014)		-
12	734064	8815703	Parte da planície litorânea inserida entre remanescentes das Geofácies Superfície Dissecada em Colinas do Topo Plano Convexo		-
13	733861	8816258	Trevo de acesso ao Povoado Aguilhadas		-

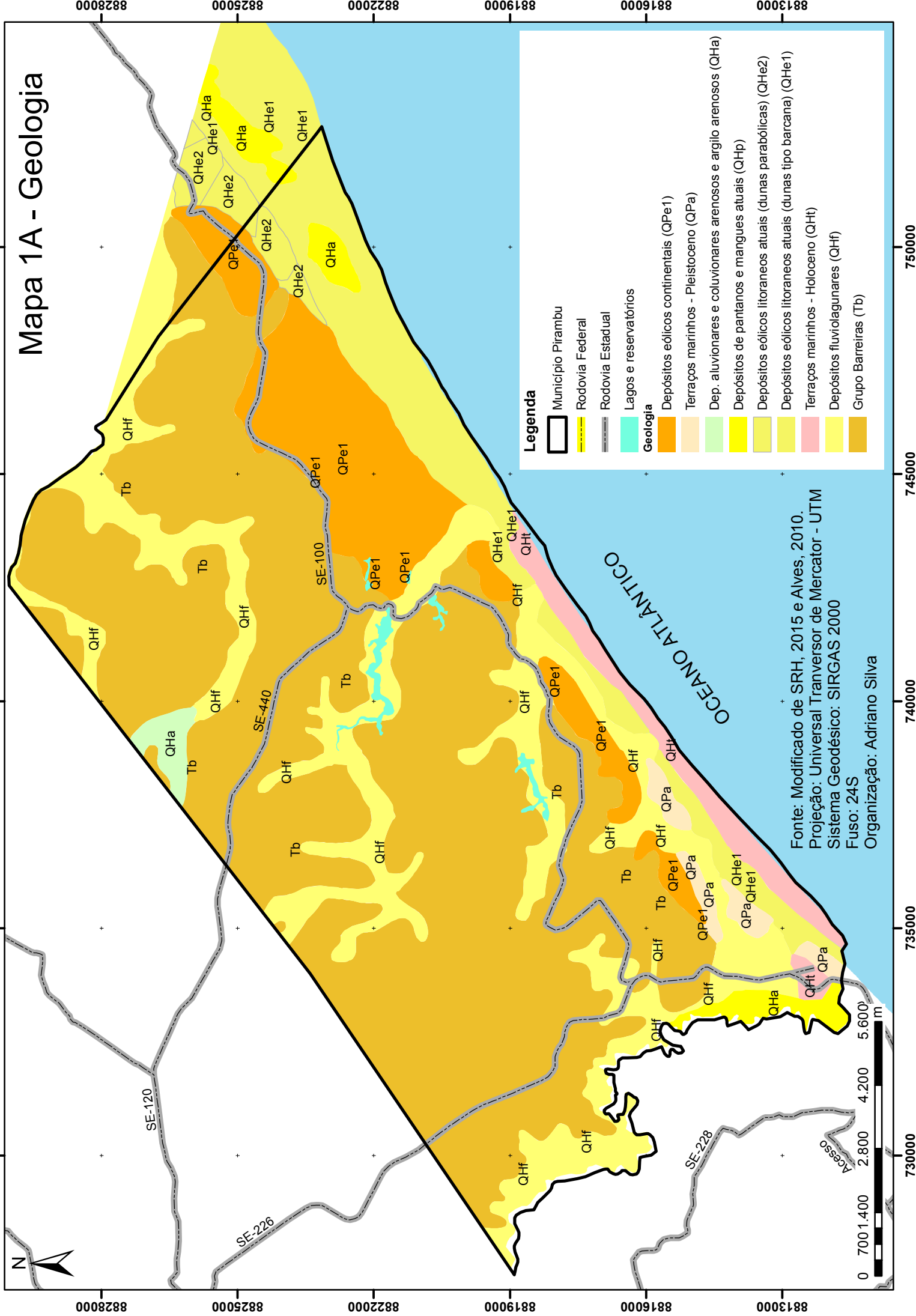
14	734616	8816371	Duna continental sobre Superfície Dissecada da formação barreiras.		-
15	735635	8816968	Duna continental retirada – Duplicação da SE 100 – Trecho: Pirambu-Pacatuba		-
16	735581	8817124	Edificação sobre duna continental		-
17	735214	8817450	Edificação sobre duna continental		-
18	735581	8817937	Lixão do município (Pov. Aguilhadas)		
19	736594	8818171	Erosão Continental – Prox. Povoado Aguilhadas		-
20	737685	8817457	Geofácies Superfície Dissecada em Colinas do Topo Plano Convexo / Espodossolos / vegetação de cerrado		-
21	737682	8817440	Vegetação de cerrado Arbustivo		-
22	739843	8818146	Erosão Continental – Ravinamento / Voçorocas– Prox. Pov. Aguilhadas		-
23	740481	8818304	Erosão Continental – Ravinamento – Prox. Pov. Aguilhadas		-
24	740510	8818330	Erosão Continental		-
25	740823	8818475	Passagem de piçarra para asfalto – proximidades do acesso ao pov. Lagoa Redonda		-
26	742060	8819343	Acesso Pov. Lagoa Redonda		-
27	742376	8819917	Sistema de distribuição / ligação domiciliar (Pov. Lagoa Redonda)		
28	742547	8820311	Trevo de Acesso: As Lagoas do município		-
29	743786	8819741	Base Poço de Tartaruga		
30	743937	8819671	Lagoa Redonda: a) Disposição de lixo na APP Lagoa Redonda b) Disposição irregular de lixo		

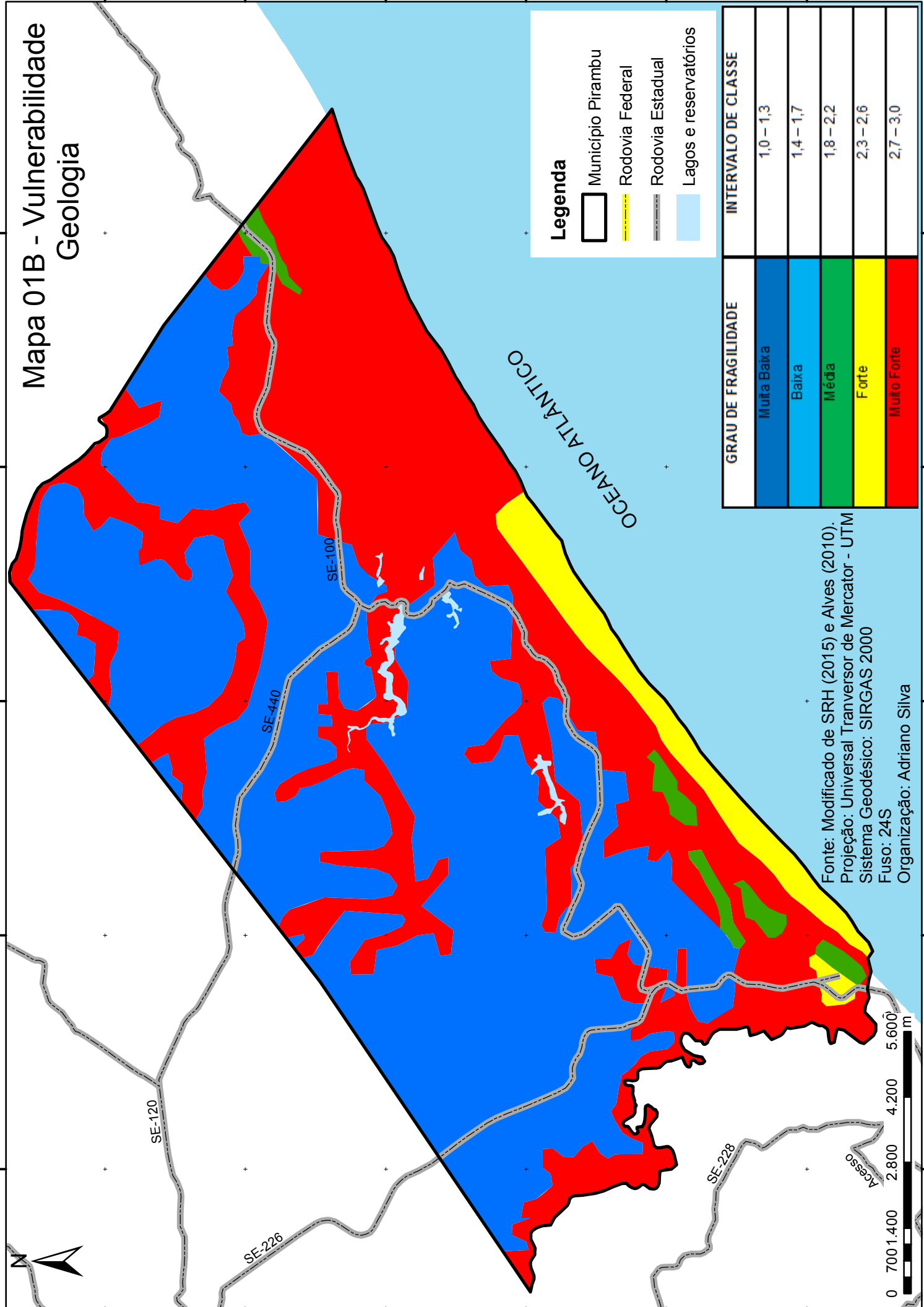
			c) Bares / Restaurantes d) Privatização de áreas de APP “bens coletivos”		
31	742413	8820724	Cemitério João Paulo Correia (Pov. Lagoa Redonda)		-
32	742382	8820794	Pousada e Camping (Pov. Lagoa Redonda)		-
33	741885	8821653	Lagoa do Sangradouro		-
34	742159	8822577	Trevo de Acesso: Lagoa Grande & Ponta dos Mangues		-
35	742259	8822554	Investimento Inacabado (pousada abandonada)		-
36	743514	8822132	Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia		-
37	744668	8821701	Entrada a Floresta arbustiva (remanescente de mata atlântica)		-
38	743264	8822550	Morro da Lucrécia (Duna Continental)		-
39	744861	8823293	Chafariz comunitário (pov. Água Boa)		-
40	745660	8824335	Eco Parque Lagoa Grande		-
41	746236	8823931	Lagoa de Santa Izabel		-
42	745913	8824718	Trevo de acesso: Povoado Alagamar & Assentamento São Sebastião		-
43	745889	8824739	Oleoduto Petrobras		-
44	745389	8826406	Acesso Pov. Alagamar & Assentamento São Sebastião		-
45	745942	8826829	Assentamento São Sebastião		-
46	742380	8822513	Disposição de lixo doméstico (entorno da RPPN – Lagoa Encantada do Morro da Lucrécia)		
47	745097	8823445	Disposição de lixo doméstico (Pov. Água Boa)		

48	745350	8826550	Erosão Continental – Ravinamento – Prox. Pov. Alagamar		-
49	745365	8826724	Erosão Continental – Voçorocas – Prox. Pov. Alagamar		-
50	733816	8816462	Fonte de Água (abastecimento humano) Pov. Aguilhadas		

ANEXO 2 - MAPAS

Mapa 1A - Geologia





Mapa 01B - Vulnerabilidade Geologia

Legenda

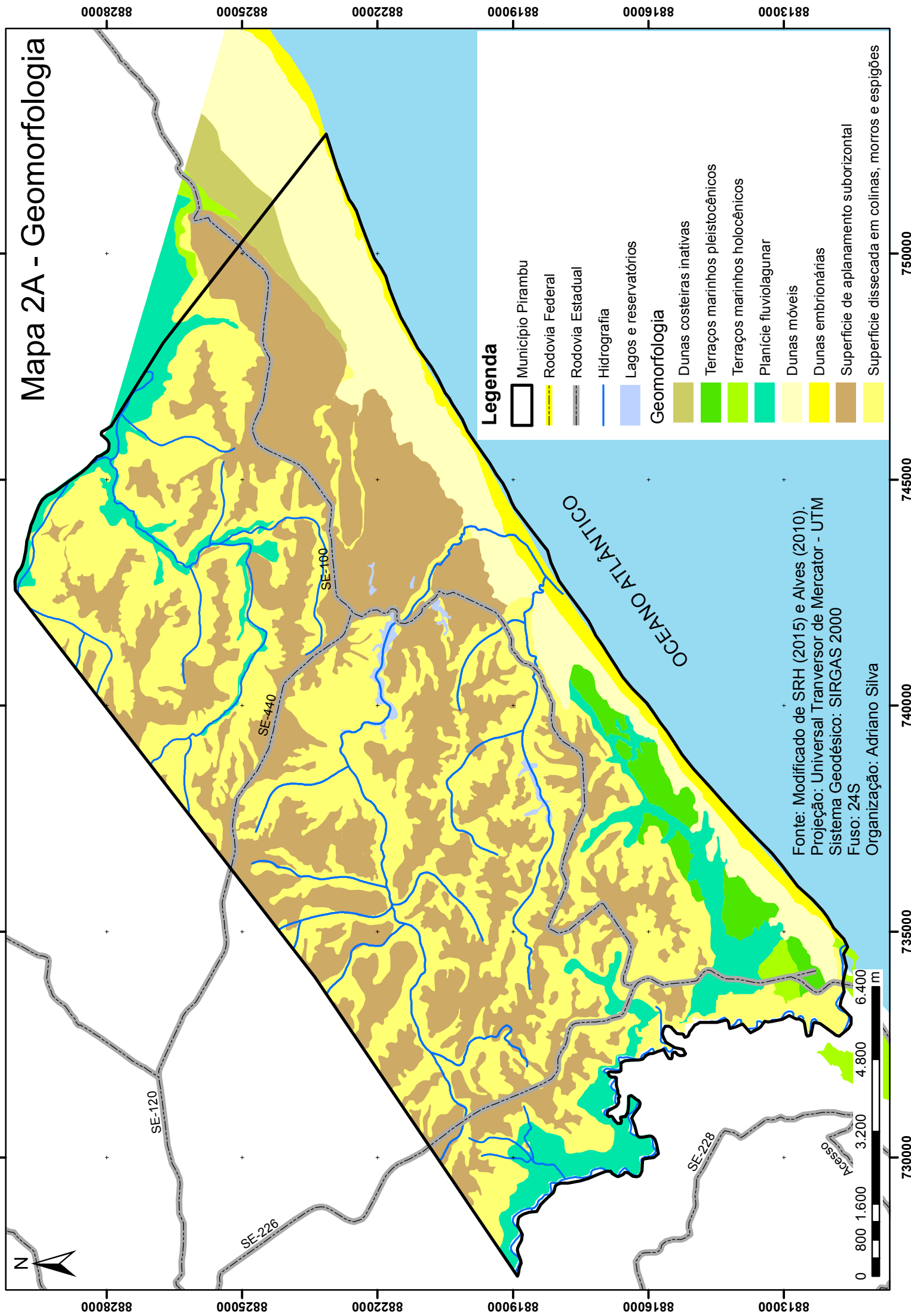
- Município Pirambu
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Lagos e reservatórios

GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

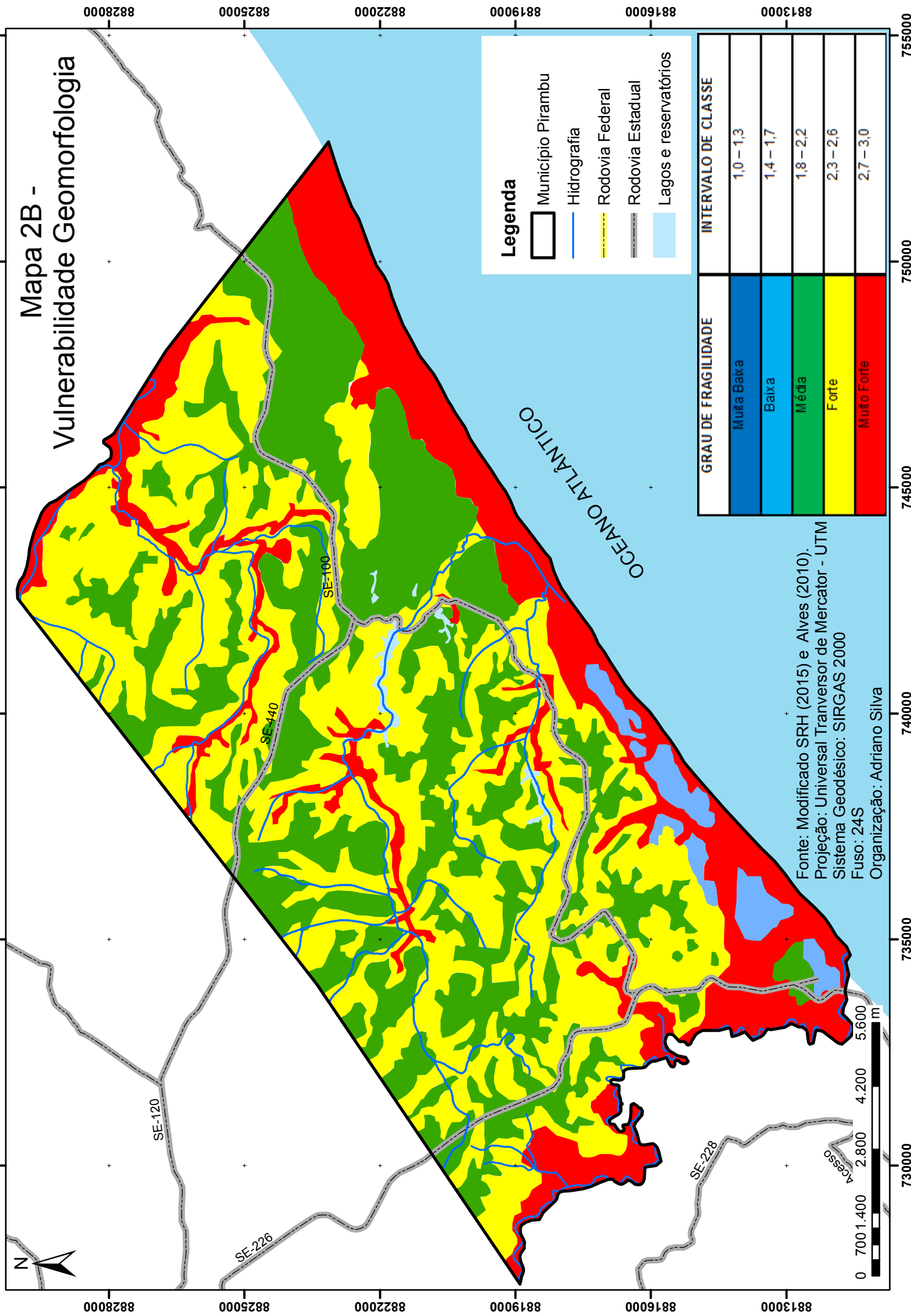
Fonte: Modificado de SRH (2015) e Alves (2010).
Projeção: Universal Transversor de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva



Mapa 2A - Geomorfologia



Fonte: Modificado de SRH (2015) e Alves (2010).
Projeção: Universal Transversor de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva



Mapa 2B - Vulnerabilidade Geomorfologia

Legenda

Município Pirambu

Hidrografia

Rodovia Federal

Rodovia Estadual

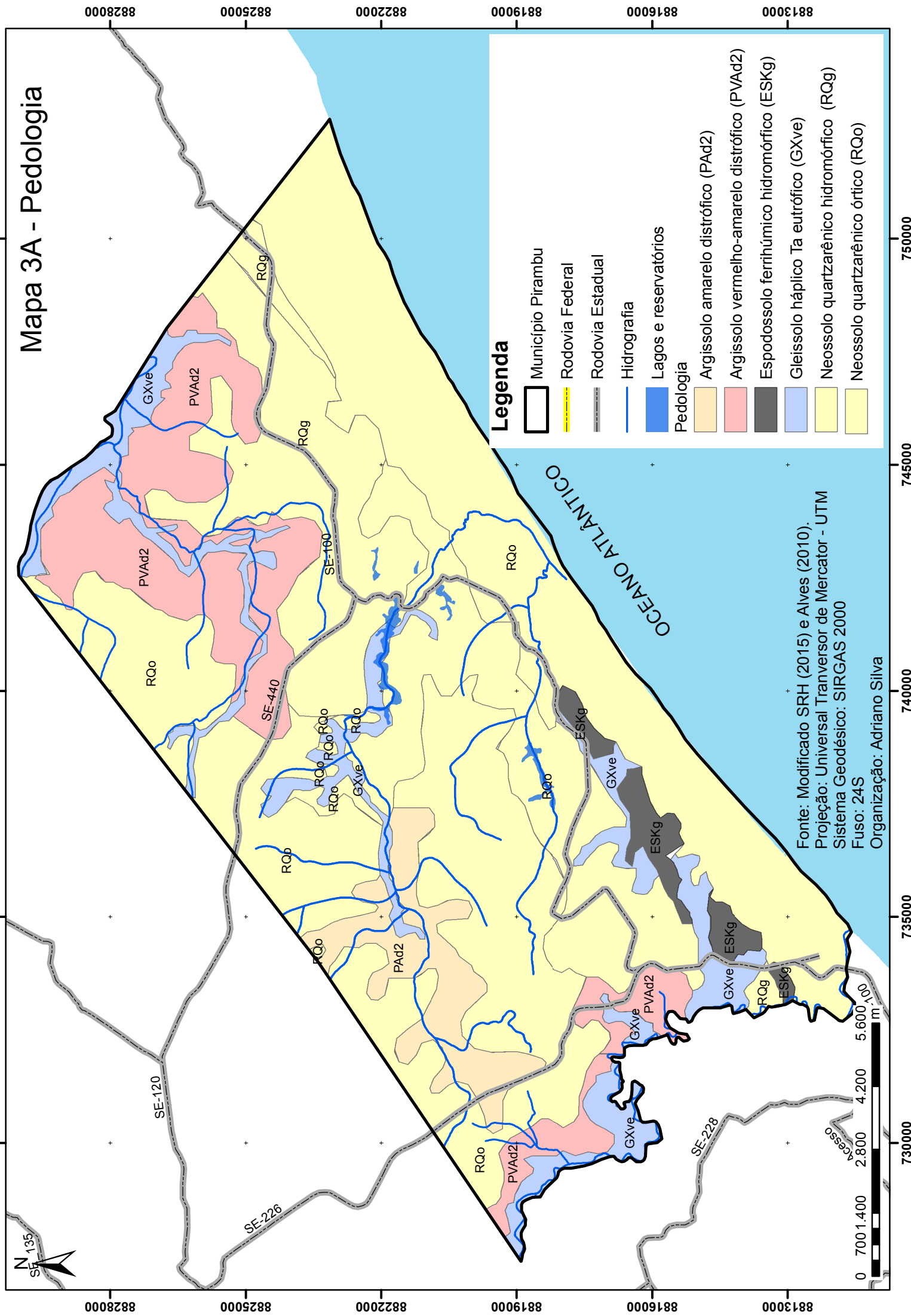
Lagos e reservatórios

GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

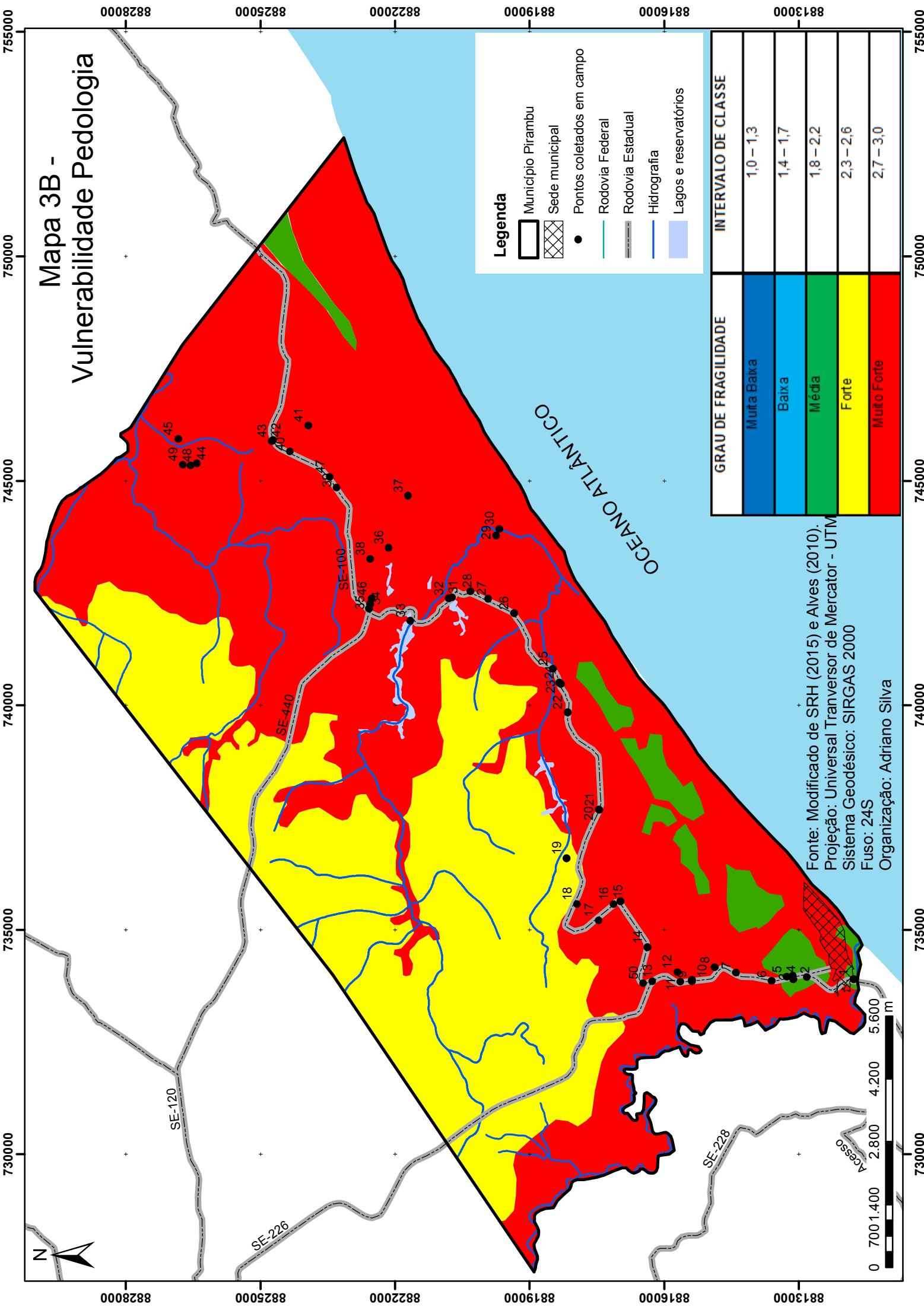
Fonte: Modificado SRH (2015) e Alves (2010).
Projeção: Universal Transversor de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva




Mapa 3A - Pedologia





Mapa 3B - Vulnerabilidade Pedológica





Legenda


 Município Pirambu


 Sede municipal

 Pontos coletados em campo

 Rodovia Federal

 Rodovia Estadual

 Hidrografia

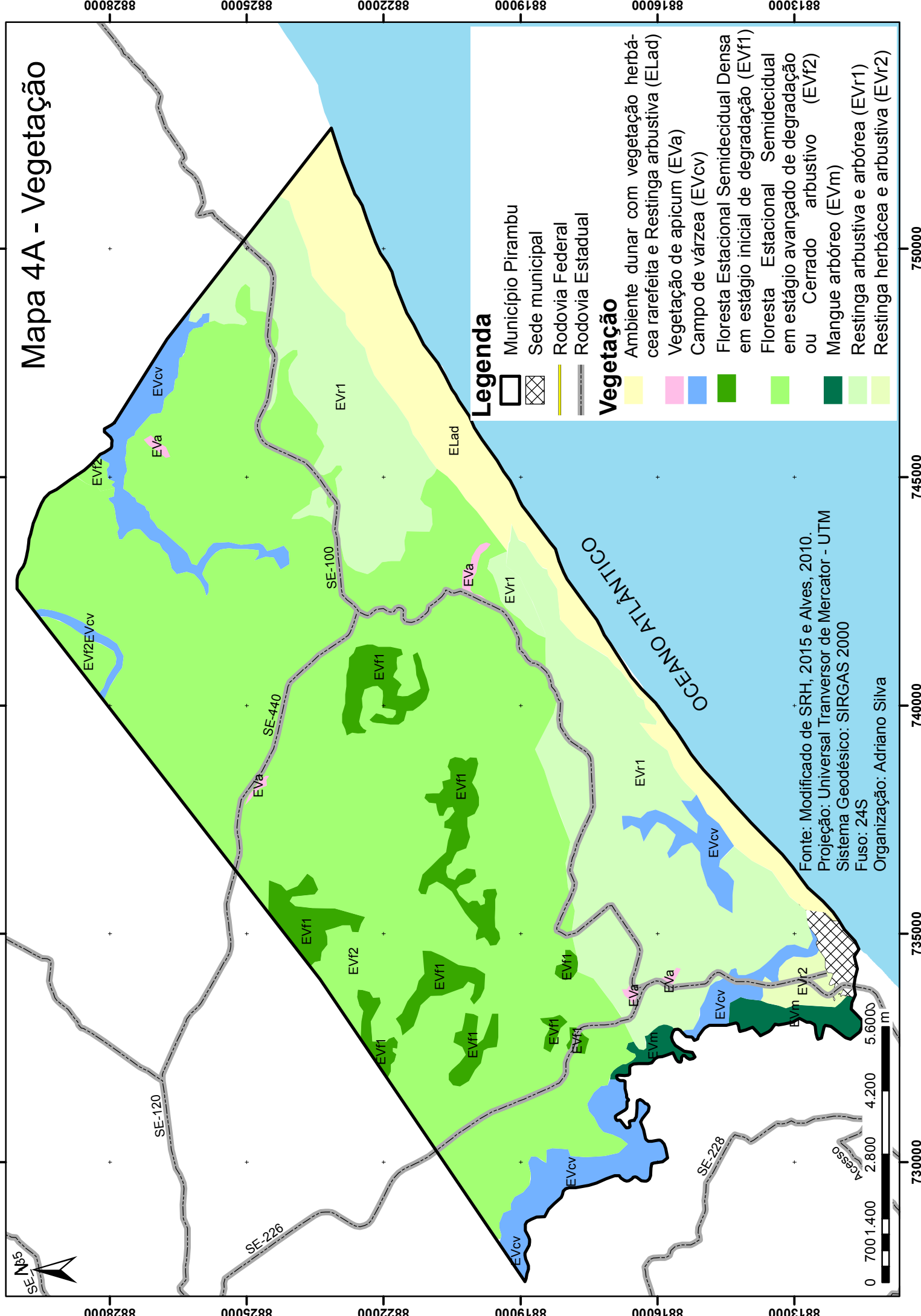
 Lagos e reservatórios

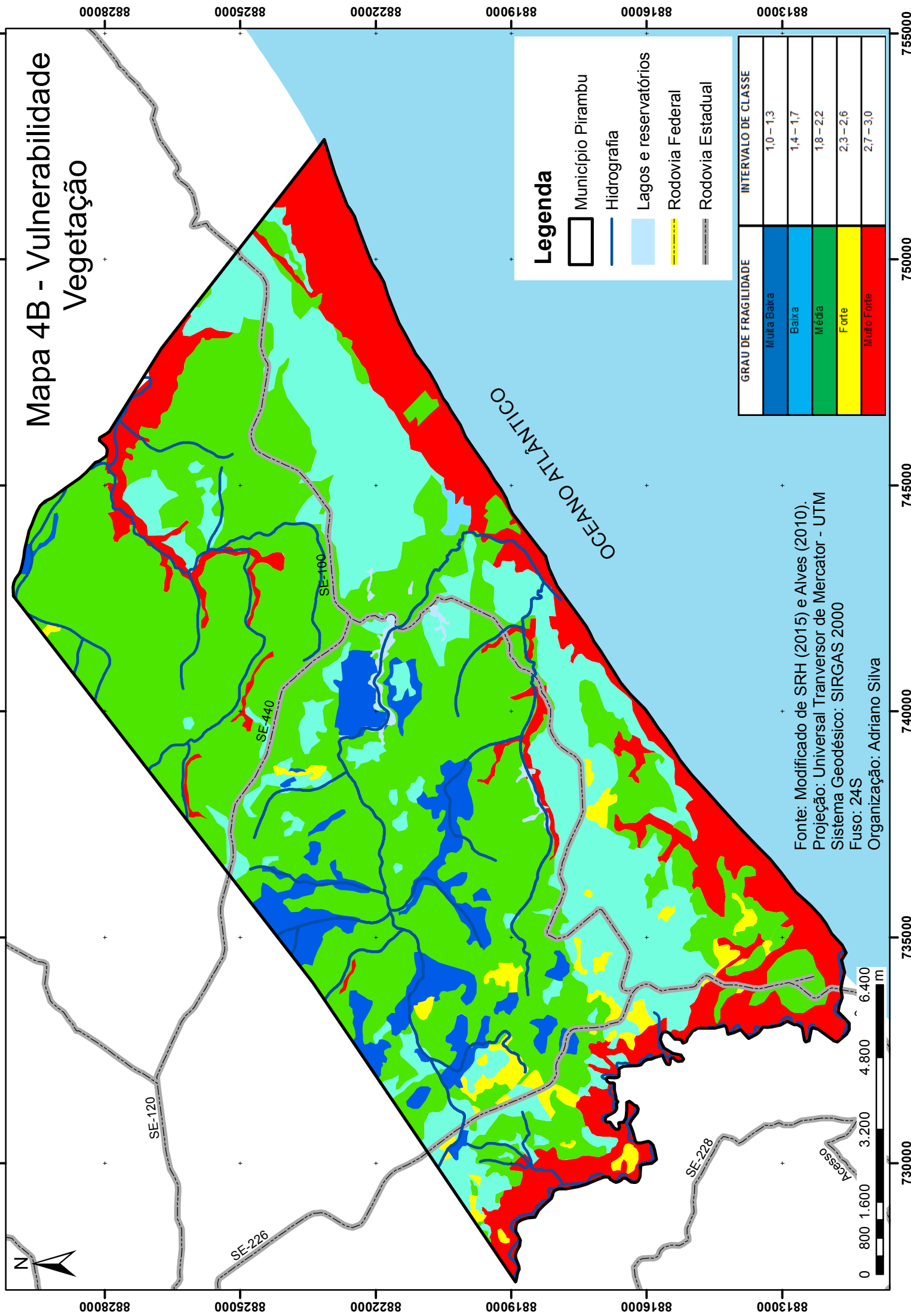
GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

Fonte: Modificado de SRH (2015) e Alves (2010).
Projeção: Universal Transverso de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva



Mapa 4A - Vegetação





Mapa 4B - Vulnerabilidade Vegetação

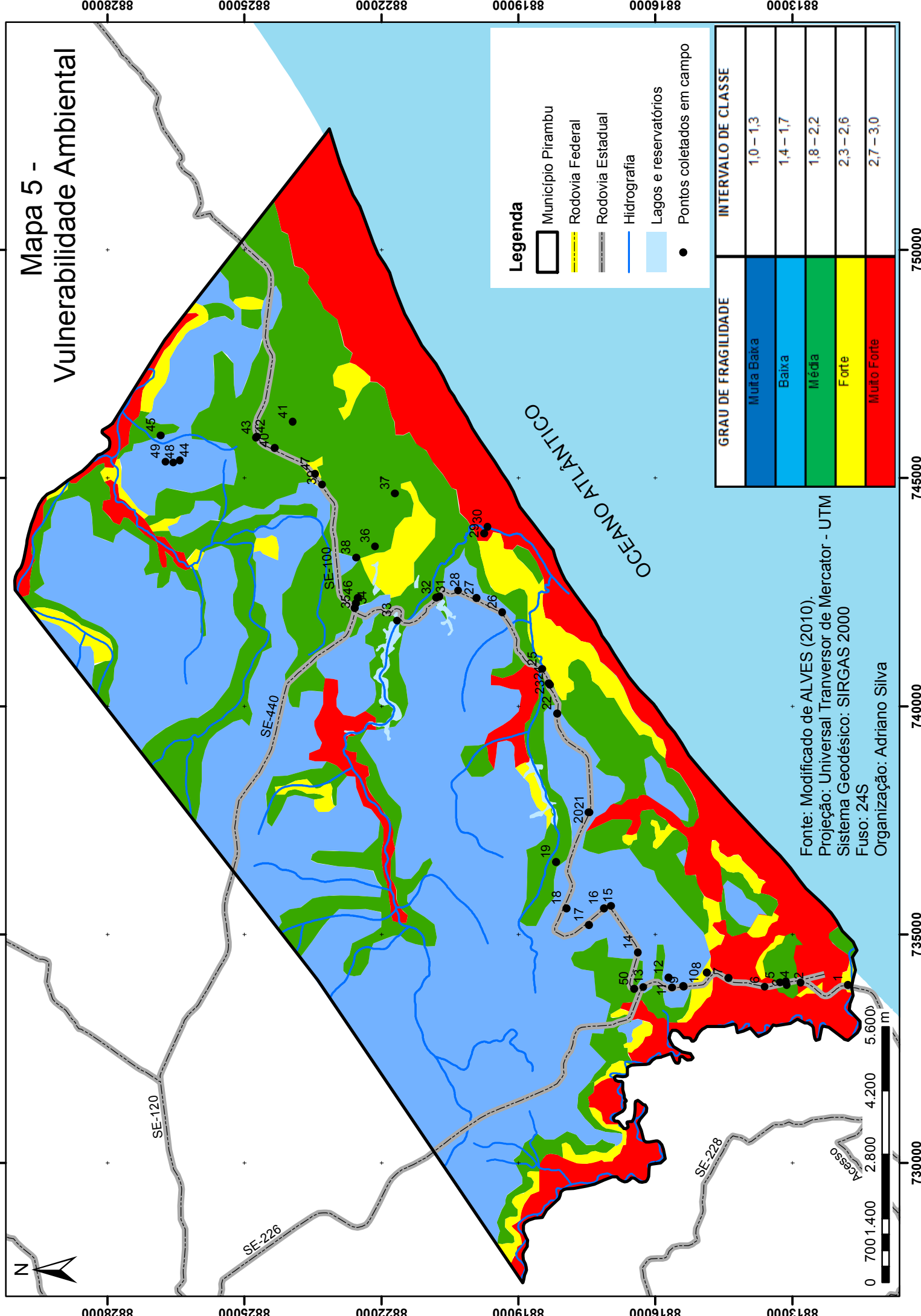
Legenda

- Município Pirambu
- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual

GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

Fonte: Modificado de SRH (2015) e Alves (2010).
Projeção: Universal Transversor de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva

Mapa 5 - Vulnerabilidade Ambiental



Legenda

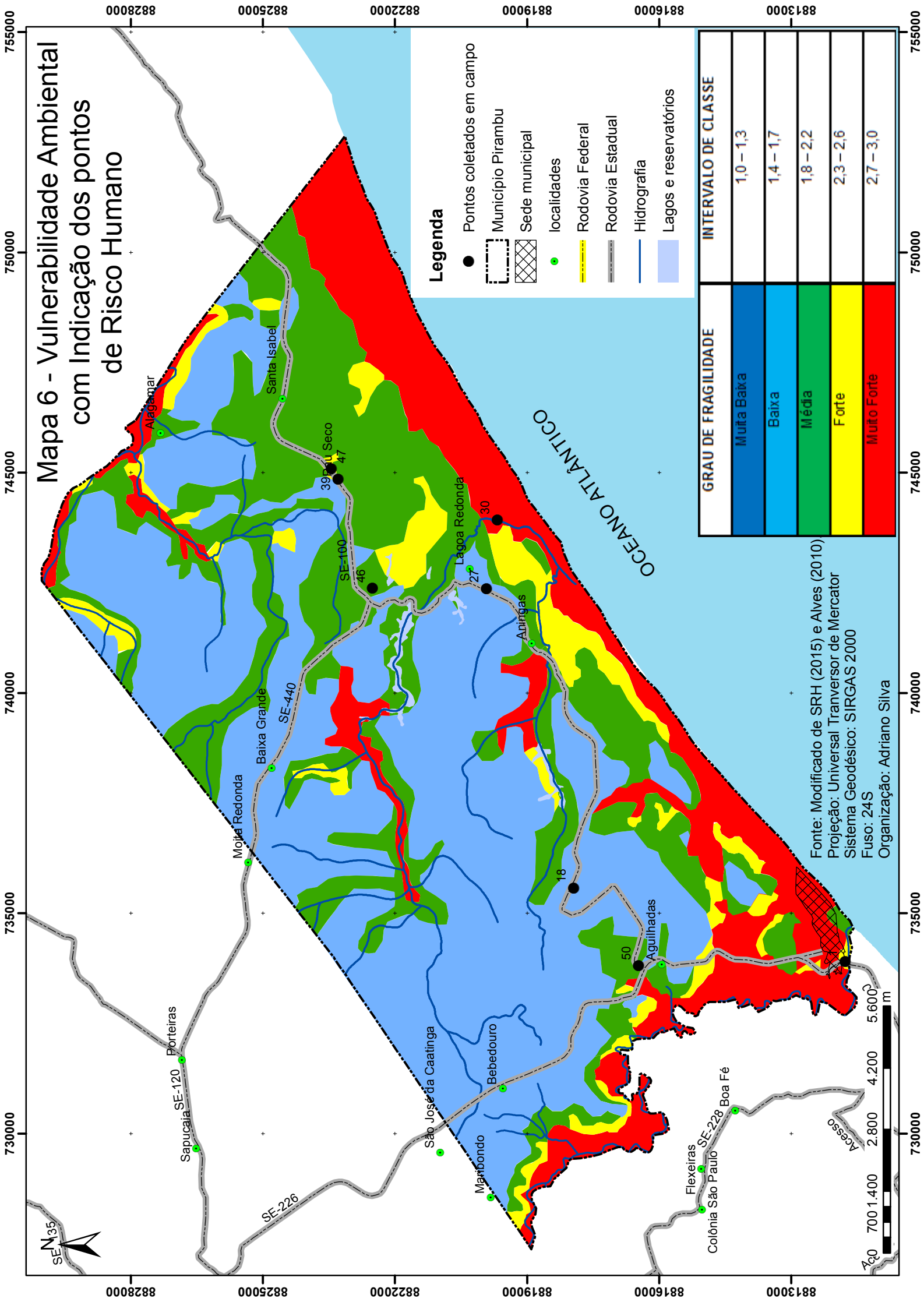
- Município Pirambu
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Pontos coletados em campo

GRAU DE FRAGILIDADE	INTERVALO DE CLASSE
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Forte	2,3 – 2,6
Muito Forte	2,7 – 3,0

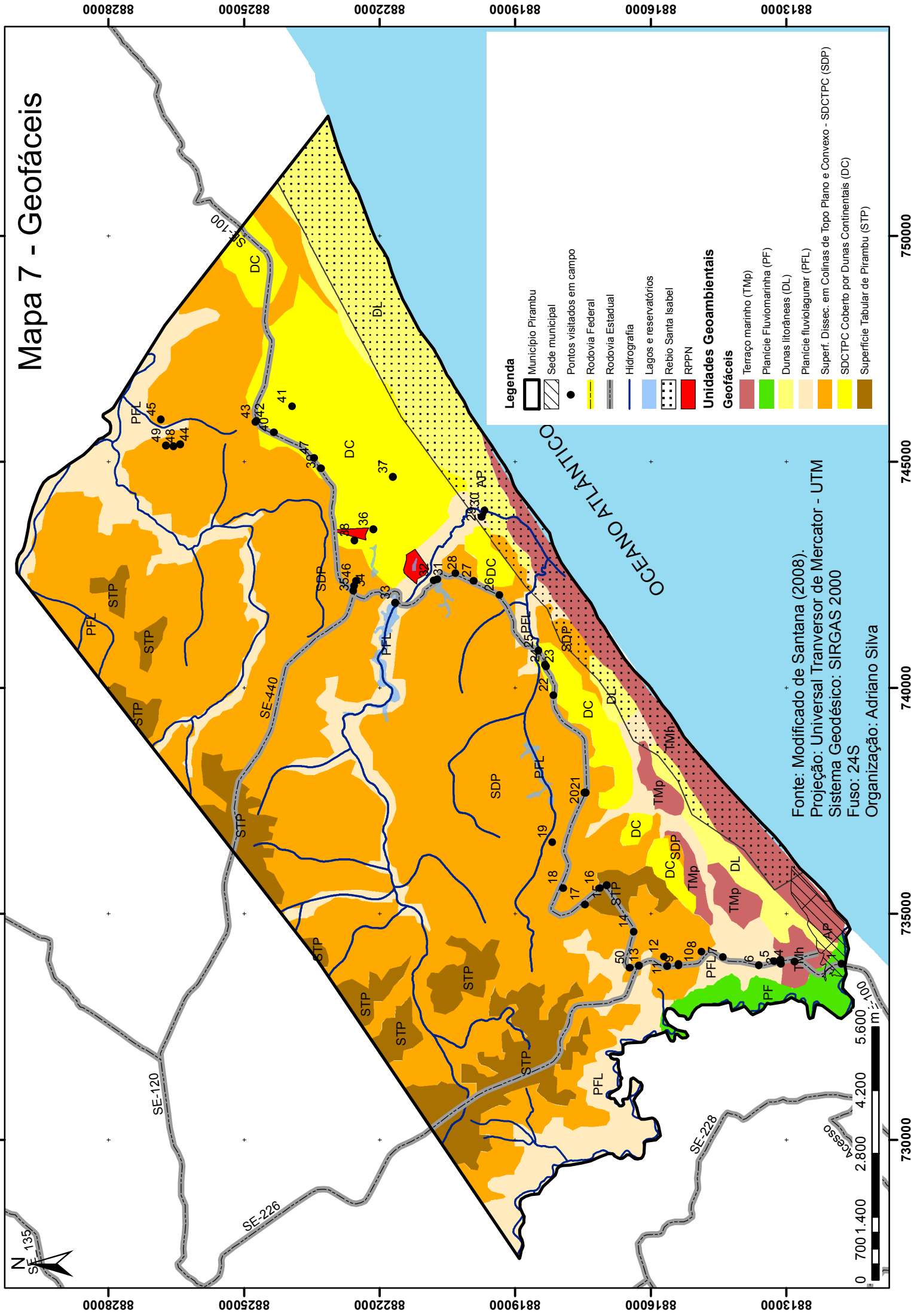
Fonte: Modificado de ALVES (2010).
Projeção: Universal Transversor de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva

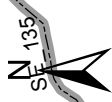


Mapa 6 - Vulnerabilidade Ambiental
com Indicação dos pontos
de Risco Humano



Mapa 7 - Geofáceis





8828000 8825000 8822000 8819000 8816000 8813000

730000 735000 740000 745000 750000

Mapa 8 - Proposta de sugestão Ocupação Urbana

SE-120

SE-226

SE-440

SE-100

SE-228

Acesso



Legenda

- Município Pirambu
- Sede municipal
- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual

OCEANO ATLÂNTICO

	CLASSE	DEFINIÇÕES
01	ÁREAS PROTEGIDAS	Áreas com restrições legais (REBIO, planície Fluvialagunar, Fluviomarinha, RPPN's e etc)
02	ÁREAS COM RESTRIÇÕES URBANÍSTICAS	Apresentam "sensibilidades ambientais" para a ocupação urbana, necessitando da adoção de medidas adicionais para tais empreendimentos.
03	ÁREAS FAVORÁVEIS A URBANIZAÇÃO	Apresentam menores restrições, ou seja, apresentam pouca ou nenhuma restrição geoespacial.
04	ÁREAS COM OCUPAÇÃO CONSOLIDADA	Áreas urbanas consolidadas estabelecidas em locais que podem oferecer riscos.

Fonte: Modificado de Santana (2008).
Projeção: Universal Transverso de Mercator - UTM
Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
Fuso: 24S
Organização: Adriano Silva

730000 735000 740000 745000 750000